الفوتومترى الفلكى

astronomical photometry
photométrie astronomique *(sf)*
Astrophotometrie *(sf)*

← الفوتومترى

الفوتومترى متعدد الألوان

multiple color photometry
photometrie de coleur multiple *(sf)*
Mehrfarbphotometrie *(sf)*

هى إحدى الطرق لقياس لمعان النجوم فى مجالات طيفيه عديده ؛ ← الفوتومترى .

الفوتوملتبلاير

photomultiplier
photomultiplier *(sm)*
Photomultiplier *(sm)*

هو نفس معنى مكثر الإليكترونات ؛ الفوتومتر .

الفوتون

photon
photon *(sm)*
Photon *(sm)*

هو ← الكم الضوئى .

فوجل

Vogel

هو الفيزيائى الفلكى «هيرمان كارل فوجل» المولود بتاريخ ٣ أبريل عام ١٨٤١ بمدينة ليبزج والمتوفى بتاريخ ١٣ أغسطس ١٩٠٧ بمدينة بوتسدام ، حيث شارك فيها فى بناء المرصد الفيزيائى الفلكى وأصبح أول مدير له فى عام ١٨٨٢ . وقد كان فوجل أحد الفيزيائيين الفلكيين البارزين فى عصره . وأهم أبحاثه الفلكيه فى مجال التحليل الطيفى للنجوم ، حيث أتى بإمكانيات جديده تماما للأرصاد وذلك بإدخاله التصوير الفوتوغرافى للنجوم . وقد تمكن بذلك فوجل من قياس أول سرعة خطيه ومن إكتشاف المزدوجات الطيفيه .

فوق الأحمر

ultrared
ultrarauge *(sf)*
Uitrarot *(sn)*

تماما مثل ← تحت الأحمر

فوق البنفسجى

ultraviolet
ultraviolet *(sm)*
Ultraviolett *(sn)*

منطقه من ← الطيف تصل بالجزء (البنفسجى) قصير الموجه من الطيف البصرى . والإشعاع فوق البنفسجى غير مرئى ؛ فوجاته أقصر من حوالى ٤٠٠٠ أنجشتروم (٤ × ١٠^-٥^ سم) وتمتد حتى حوالى ١٠٠ أنجشتروم (أى ١٠^-٦^سم) ، حيث تتصل بموجات أشعة رونتجن .

فوق عملاق

supergiant
supergéante *(sf)*
Ultrariese *(sm)*

هو نجم قطره كبير نسبيا ، ومن هنا فله لمعان مطلق كبير ويقع فى ← شكل هرتز سبرنج ـ رسل فوق فرع العمالقه وينتمى إلى نوع القوه الإشعاعيه I .

فوهات البراكين

lunar craters
cratéres lunaires *(pm)*
Kratergruben *(pf)*

من تضاريس سطح ← القمر .

فيدمان شتتن (أشكال)

Widmanstätten

← نيزك

فيزياء الشمس

solar physics
physique solaire *(sf)*
Sonnemphysik *(sf)*

هى إحدى فروع ← الفيزياء الفلكيه التى تهتم بدراسة الشمس .

الفيزياء الفلكيه

astraphysics
astrophysique *(sf)*
Astrophysik *(sf)*

هى إحدى فروع ← علم الفلك ، وتبحث فى التركيب الطبيعى للأجرام السماويه . وفى حين يهتم الفلك الكلاسيكى بالاتجاه الذى يأتى منه ضوء الأجرام السماويه وكذلك حركة تلك الأجرام حول بعضها تحت تأثير جذب الكتله ، تقوم الفيزياء الفلكيه بدراسة شدة طيف هذه الأجرام السماويه

وتركيبه . وتبعا لذلك قامت الفيزياء الفلكيه بتطوير طرق مخصوصه للأرصاد مثل ← الفوتومترى ، الذى يضم بصفه خاصه القياسات الفوتومتريه الطيفيه ثم ← الفلك الراديوى والفروع الحديثه : ← فلك الأشعه تحت الحمراء و ← فلك أشعة رونتجن و ← فلك النيوترنيو . وتستنتج الفيزياء الفلكيه مدلولات الأرصاد المأخوذه بهذه الطرق المختلفه مستعينه بالوسائل والمعلومات الفيزيائيه . وقد يكون من الضرورى تكييف القوانين الطبيعيه بحيث تنطبق على مادة الأجرام السماويه ، التى تختلف كثيرا فى بعض الأحيان عما نقابله فى معاملنا الأرضيه . فتسود على وجه الخصوص ظروف فيزيائيه متطرفه فى داخل النجوم وفى مادة ما بين النجوم . وفى حالة الطاقه المركزه أو السرعات الكبيره لا تكفى قوانين الفيزياء الكلاسيكية بل يلزم فى هذه الحاله أخذ ما جاءت به نظرية النسبيه من قوانين فى الإعتبار . فنظرية النسبيه تلعب دورا كبيرا فى علم الكون (الكسمولوجى) الذى يهتم بدراسة الكون ككل كما أنها تلعب دورا هاما كذلك فى دراسات الراديويات من كوازار وبلسار .

تهتم الفيزياء الفلكية بصورة خاصة بدراسة ← أبعاد النجوم ، مثل الكتلة واللمعان ونصف القطر ودرجة الحرارة الفعالة والنوع الطيفى . ومن هذه الأبعاد يمكننا من ناحية دراسة الظروف الطبيعية والتركيب الكيماوى للجزء المرئى ← غلاف النجم ، ومن ناحية أخرى إستنتاج هذه الظروف بالنسبة للأجزاء الداخلية من النجم التى لا تصل إليها أرصادنا (← التركيب الداخلى للنجوم) . وبجانب حالة النجم الحالية فإن الفيزياء الفلكية تهتم أيضا بنشأة النجم وتطوره ، الشىء الذى يتم معالجته من نطاق نظرية ← نشأة وتطور الكون وكذلك ← تطور النجوم .

وتعتبر دراسة ← النجوم المتغيرة (المتغيرات) مهمة بالنسبة لمعرفتنا بالحالة الفيزياء للنجوم . فهذه النجوم تعانى من تارجح منتظم فى قوة إشعاعها . وإلى هذا النوع من النجوم تنتمى نجوم النوفا والسوبر نوفا (المتجددة وفوق المتجددة) . وتعتبر الشمس أحسن نجم أجرى وتجرى عليه الأبحاث . لذلك فإن فيزياء الشمس تحتل مكانا بارزا فى دراسات الفيزياء الفلكية .

بجانب دراسة الحالة الفيزياء فى داخل النجوم فإن الفيزياء الفلكية تهتم كذلك بالحالات الفيزيائية لأجسام المجموعة الشمسية ، مثل الكواكب وعلى وجه الخصوص أجواء الكواكب والأقمار والمذنبات والنيازك والشهب .

لقد إزدادت أخيرا أهمية الأرصاد والأبحاث النظرية لمادة ما بين النجوم ، لما تم إدراكه من وجود علاقة تبادل وطيدة بين مادة ما بين النجوم والنجوم . وفى هذا المجال فإن الفلك الراديوى ينجز جزء أساسيا .

شاركت الفيزياء الفلكية كذلك فى أبحاث مجرتنا والمجرات الأخرى . فبمعونة الفيزياء الفلكية أمكن ، على سبيل المثال ، تحديد توزيع النجوم ذات الخصائص الطيفية المختلفة ، مثلا حسب نوعها الطيفى ، فى المجموعة النجومية .

إن الصعوبات الرئيسية التى تقابلها الفيزياء الفلكية تأتى من كونها ليست كأى العلوم الفيزيائية الأخرى تسمح بإجراء التجارب معمليا ولكنها تعتمد فقط على دراسة ما يأتينا من الضوء ، الذى يأخذ طريقه من الأجرام السماوية إلى الأرض . وتزداد هذه الأبحاث صعوبة لما يلاقيه الضوء فى أثناء مروره فى مادة ما بين النجوم وفى مادة الغلاف الجوى الأرضى من تغيير يعمل على إضعاف شدته وتغيير تركيبه الطيفى (← الطيف) .

نشأ فرع الفيزياء الفلكية فى القرن التاسع عشر ، وهو يحتل حاليا المكان الأوسع فى نطاق علم الفلك (← علم الفلك ، تاريخ الفلك) .

فيستا

Vesta

إسم ← كوكيب .

فيضان الكورونا

maximum corona
couronne maximum *(sf)*
Maximumkorona *(sf)*

هى ← الكورونا الشمسية عند أوج دورة البقع الشمسية .

ق

القائدة أو قائد بنات نعش

Alkaid *(A)*, **Benatnasch** *(A)*

هو النجم ﺣ إيتا فى كوكبة الدب الأكبر.

قاعدة المساحة

law of areas
loi des aires *(sf)*
Flächensatz *(sm)*

هى عموما قاعدة ثبات قيمة كمية الحركة لجسم يتحرك تحت تأثير قوة مركزية . وفى الفلك تفهم تحت قاعدة المساحة **قانون كبلر الثانى** ، الذى يصف حركة الكواكب فى مساراتها حول الشمس . ويقضى هذت القانون بأن يقطع نصف القطر الواصل بين الشمس والكواكب مساحات متساوية فى أزمنة متساوية . فإذا ما تواجد الكوكب فى مداره قريبا من الشمس فإنه يتحرك أسرع منه وهو بعيد عنها (الشكل ؛ ← قوانين كبلر) . وتلعب قاعدة المساحة دورا فى دراسة مسألة حركة الجسمين . وبصورة أكثر تفصيلا ؛ ← مسألة حركة الجسمين ، ← تعين المدار .

قاعدة هاركينى

Harkinic rule
régle de Harkini *(sf)*
Harkinsche Regel *(sf)*

← شيوع العناصر الكيماويه .

قانون بلانك

Planck's law
loi de Planck *(sf)*
Plancksches Gesetz *(sm)*

أحد ← قوانين الإشعاع .

قانون ستيفان ـ بولتزمان

Stefan - Boltzmansches law
loi du stefan - Boltzman *(sf)*
Stefan - Boltzmansches Gesetz *(sn)*

هو أحد ← قوانين الإشعاع .

قانون المسافه

distance law
loi de distance *(sf)*
Abstandsgezetz *(sn)*

← سلسلة تيتوس ـ بودا .

قبو أو قبه

dome
coupole *(sm)*
Kuppel *(sf)*

← مرصد .

القبه السماويه

vault of heaven
voûte céleste *(sf)*
Himmelsgewölbe *(sm)*

هى ← الكرة السماوية ؛ ← السماء .

القُحاب

Kohab *(A)*

هو النجم β (بيتا) فى كوكبة الدب الأصغر ، ← الدب .

القدر

magnitude
magnitude *(sf)*
Magnitude, Grösse *(sf)*

هو وحدة قياس ← اللمعان لجرم سماوى .

القدر الحرج (أو القدر الأخفت)

limiting magnitude
magnitude limite *(sf)*
Grenzgrösse *(sf)*

هو اللمعان الظاهرى الذى يظهر به نجم بالكاد فى رصدة ما . وعن القدر الحرج فى حالة الأرصاد

البصرية والفوتوغرافية وإعتمادها على قطر العدسة والمنظار ، ← المنظار .

القدرة

power
puissance *(sf)*
Leistung *(sf)*

هى الشغل المبذول فى وحدة الزمن . ووحداتها الوات والكيلو وات أو ١ك وات = ١٠^١٠ إرج/ث .

القدرة على التفريق

dispersion
dispérsion *(sf)*
Auflösungsvermögen *(sn)*

← التحليل .

القذفة الإشعاعية

burst
burst *(sm)*
Strahlungsstoss *(sm)*

هى زيادة تحدث لوقت قصير فى إشعاع الذبذبات الراديوى من ← الشمس .

قراءة النجوم

astrology
astrologie *(sf)*
Sterndeutung *(sf)* **Astrologie** *(sf)*

هى ← التنجيم .

قرنى

secular
séculaire
säkular

يعود دوريا كل ماءة عام . ويعنى ذلك فى الفلك ظهور التغيير بعد فترة طويلة ؛ على سبيل المثال الإضطرابات القرنية أو الحركات القرنية .

القرنيّة

Carina, Car *(L)*
Carina
Caréne *(sf)*
Kiel des Schiffes *(sm)*

هى إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى . ويمر الطريق اللبنى بأجزاء من الكوكبة . والنجم الرئيسى (α) آلفا يسمى ← سُهيل . وهو ثانى نجم فى اللمعان . ومعظم أجزاء الكوكبة يرى مائلا على الأفق .

قريب من

Peri

القصاصات القيفاوية

cepheids strips
bandes cephéides *(pf)*
Cepheiden - Streifen *(pm)*

← نجوم دلتا قيفاوى .

قصور الكتلة

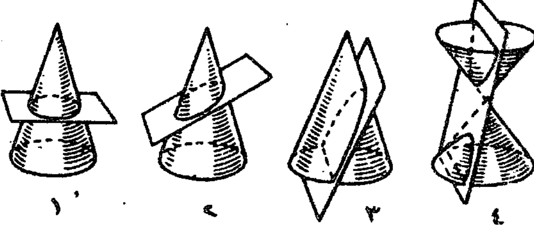
mass defect
défaut de masse *(sm)*
Massedefekt *(sm)*

هو الفقد الحادث فى الكتلة عند إندماج ذرات خفيفة إلى ذرات أثقل ؛ وتتحول هذه الكتلة المفقودة إلى طاقة يتم إشعاعها ؛ ← إنتاج طاقة النجوم ، ← تركيب الذرة .

القطاعات المخروطية

conic sections
sectionsconiques *(pf)*
Kegelschnitte *(pm)*

هى منحنيات مستوية تنشأ من قطع مخروط دائرى بواسطة مستوى . وتبعا لميل مستوى القطع على محور المخروط نحصل على دائرة أو قطع ناقص أو قطع مكافىء أو قطع زائد . ويمكن تعريف القطاعات



القطاعات المخروطيه :
١ الدائرة ، حيث المقطع عمودى على محور القطاع.
٢ القطع الناقص.
٣ القطع المكافىء ، حيث المقطع مواز لخط من معطف المخروط.
٤ القطع الزائد.

المخروطية بأنها أماكن هندسية لجميع النقط التى تكون النسبة بين البعدين إليها من نقطة ثابتة ، **هى البؤرة** ، ومن خط ثابت ، **الدليل** ، ذات قيمة ثابتة e . وتسمى هذه القيمة بإهليجية (لا مركزية) القطع المخروطى . ويقابل القطع الناقص e< ١ وللقطع الزائد e> ١ بينما للقطع المكافى e = ١ وللدائرة e = صفر .

القطب

pole
pôle *(sm)*
Pol *(sm)*

هو النقطة التى تبعد بزاوية قدرها ٩٠° على الكره من جميع النقط الواقعة على دائرة كبرى محددة . وتحقق النقطة المضادة نفس الشروط . وعلى ذلك فإن **قطبى السماء** ، الشمالى والجنوبى يبعدان بزاوية ٩٠° عن نقط خط الإستواء السماوى ، على أن يكون القطب الشمالى للسماء ناحية القطب الشمالى للأرض . وينطبق نفس الشئ بالنسبة **لقطبى البروج** ، إذا أخذنا دائرة البروج كمرجع ، وبالنسبة **لقطبى المجره** ، فى حالة خط الإستواء المجرى ، على أن يكون كل من القطبين موجودا فى نصف الكره السماوية التى يوجد بها القطب السماوى المماثل . وفى حالة الكواكب تعرف نقط تقاطع محور الدوران مع سطح الكوكب على أنها قطبين ، ويحدد القطب الشمالى بأنه القطب الذى يشاهد منه دوران الكوكب فى إتجاه مضاد لإتجاه دوران عقارب الساعة . ويمكن تحديد قطبى السماء ، أى نقطتى تقاطع إمتداد محور دوران الأرض مع القبه السماوية ، عن طريق الأرصاد . وهذان القطبان هما النقطتان على الكره اللتان لا تشتركان مع النقط الأخرى فى دورانها حول محور الكره السماوية ، إلا أنهما يتزحزحان بمرور الزمن بفعل كل من ← السبق وإنتقال محور دوران الأرض (← إرتفاع القطب) . وكذلك فإن قطبى الأرض يتم تحديدهما فى نطاق التعيين الجغرافى للأماكن .

القطب الجنوبى

south pole
pôle sud *(sm)*, **pôle australe** *(sm)*, **pôle antarctique** *(sm)*
Südpol *(sm)*

← القطب .

القطب الشمالى

north pole
pôle nord *(sm)*, **pôle boreal** *(sm)*, **pôle arctique** *(sm)*
Nordpol *(sm)*

← القطب .

القطبية

Polaris
polaris
Polaris *(sm)*

هى النجم ← بولاريس .

قطر جرم سماوى

diameter of a heavenly body
diameter du corps céleste *(sm)*
Durchmesser eines Himmelskörper *(sm)*

فى حالة الأجرام السماوية يتم التميز بين **القطر الحقيقى** للجرم السماوى المقاس على مقياس طولى مثل الكيلو متر ، على سبيل المثال ، وبين **القطر الظاهرى** (**القطر الزاوى**) أى الزاوية التى يُرى بها القطر الحقيقى من الأرض ويقاس بالزاوية . ويمكن حساب القطر الحقيقى من القطر الظاهرى إذا عرفنا المسافة بين الجرم السماوى والأرض .

وبالنسبة للنجوم يمكن فى حالة واحده هى الشمس قياس القطر الزاوى بواسطة ميكرومتر . ونحصل من ذلك على قيمة متوسطة قدرها ٥٩ً ٣١َ ؛ وبأخذ البعد المتوسط للأرض عن الشمس فى الإعتبار فإننا نحصل على قطر طولى للشمس ١٫٣٩٢ مليون كم . أما فى حالة النجوم الأخرى فلا يمكن على العكس من ذلك قياس قطر زاوى بطريقة مباشرة نظرا لبعدها الشديد عن الأرض . وفى هذه الحالة لابد من إستنتاج القطر بطرق غير مباشرة . ولهذا الغرض تم تطوير طرق كثيره .

(١) فى حالة بعض النجوم القريبة والكبيرة نسبيا تستعمل قاعدة التداخل للحصول على القطر الظاهرى . وفى ذلك يتم تطبيق طريقتين مختلفتين : فبواسطة مقياس تداخل الطور يمكن تعيين أقطار النجوم العمالقة القريبة ، أى ذات الأقطار الكبيرة نسبيا . وهذا مرتبط بتأثير الإضطراب الهوائى الكبير على الزوايا الصغيره . وبالاضافة إلى ذلك فإن هناك متطلبات كثيره خاصة بثبات مقاييس التداخل ، تجعل بناء الأجهزة الكبيرة غير ممكن . وقد قيست الأقطار حتى الآن لسبعة نجوم عملاقه بهذه الطريقة . وجميع هذه الأقطار تقع فى الحيز من ٠٢٠ر٠ً إلى ٠٥٦ر٠ً . والقياسات بواسطة مقياس التداخل الذى يعمل على أساس من شدة الضوء ، تتأثر بالاضطرابات الهوائية بدرجة أقل . علاوة على ذلك لا توجد حدود بالنسبة لحجم الجهاز ، لأن تلسكوبين منفصلين يتم إستعمالها فى الرصد . وقد أمكن بهذه الطريقة تعيين أقطار صغيره ، على سبيل المثال أقطار نجوم عادية من نجوم التتابع الرئيسى . وأصغر قطر قيس بهذه الطريقة حتى الآن هو قطر النجم ε الجبار ويبلغ ٠٠٠٧٢ر٠ً . ويحتوى الجدول بعض قياسات التداخل لعدة نجوم .

(٢) يمكن قياس القطر الظاهرى بدرجة أكبر دقة نسبيا فى حالة المتغيرات الكسوفية . ويوضح الشكل كل من العلاقة الهندسية والفوتومترية لإخفاء النجم الكبير للنجم الصغير قبل وأثناء وبعد الكسوف . وقد رُسم كذلك مسار المنحنى الضوئى . فخارج الكسوف يأتى اللمعان المشاهد من كل من النجم الرئيسى والنجم التابع .

ومن النقطة الزمنية t_1 ، بداية إختفاء التابع خلف النجم الأساسى ، يقل اللمعان حتى النقطة الزمنية t_2 الذى يختفى فيها التابع تماما خلف النجم الرئيسى ، فيبلغ اللمعان قيمته الصغرى ويظل على ذلك حتى الزمن t_3 . ومنذ هذه اللحظة يعلو اللمعان ثانية حتى النقطة t_4 ، نهاية الكسوف حيث يبلغ اللمعان قيمته الأصلية . وبمعلومية الزمن الكلى لدورة التابع حول النجم الرئيسى ، دورة المجموعة ، يمكن بسهولة قياس فرق الأزمنة (t_4-t_1) و(t_3-t_2) . ومن الشروط الهندسية يتضح أن طول دورة النظام يتناسب مع طول مدار التابع حول النجم الرئيسى ، وأن فرق الزمن (t_3-t_2) ، (t_4-t_1) يتناسبان مع فرق القطرين (D-d) ،

جدول بعض الأقطار التى تم تعيينها بطريقة التداخل

النجم	(بقطر الشمس)	(ثانية قوسية)
قطيس (الأعجوبة)	٠ر٠٥٦٠٠	٣٩٠
الجبار (إبط الجوزاء)	٠ر٠٣٤٠٠	٧٣٠
العواء (السماك الرامح)	٠ر٠٢٢٠٠	٢٦
الفرس الأعظم	٠ر٠٢١٠٠	١٥٠
الثور (الدبران)	٠ر٠٢٠٠٠	٤٥
القرنيه (سهيل)	٠ر٠٠٦٨٦	٨٢
الكلب الأكبر (الشعرى اليمانية)	٠ر٠٠٦١٢	١ر٨
السلياق (النسر الواقع)	٠ر٠٠٣٤٧	٣ر٠
الجبار (رجل الجوزاء اليسرى)	٠ر٠٠٢٦٩	١٢٠
الأسد (قلب الأسد)	٠ر٠٠١٣٨	٣٨
الجبار (مرزم الجبار)	٠ر٠٠٠٧٦	٨ر١

وجموع القطرين (D+d) على التوالى ؛ حيث D قطر النجم الرئيسى ، d قطر النجم التابع . وبذلك يمكن إستنتاج نصف قطر النجم الرئيسى والتابع من نصف مجموع فرقى الزمن ونصف فرق فرق الزمن على التوالى ، وذلك عندما ننسب أنصاف الأقطار إلى مدار التابع ونقيس فروق الزمن بوحدات طول الدورة . وفى الحالات التى يمكن لها قياسات سرعات خطية خلال أرصاد طيفية يمكن حساب سرعة التابع فى مداره بالكيلو متر فى الثانية وكذلك طول المدار بمقاييس خطية أى بالكيلومتر مثلا . بذلك يمكن أيضا إستنتاج قطرى النجمين بمقياس خطى ، حيث أن نسبة القطرين إلى طول المدار قد تم تحديدها سابقا . وهذه الطريقة دقيقة إذا كانت حركة النجمين تحدث فى مدار دائرى وغير دقيقة على العكس من ذلك فى حالة (أ) المدارات البيضاوية ، (ب) نجمين مفلطحين ، (ج) فى وجود عُتمة حافية للنجوم ، (د) إضاءة غير منتظمة لسطح النجم نتيجة وجود إشعاع متبادل . وحتى الآن تم إستنتاج أقطار حوالى ٥٠ نجم من المتغيرات الكسوفية .

(٣) هناك إمكانية أخرى لتعيين أقطار النجوم من خلال إختفاء النجم خلف القمر . فإذا كان النجم على شكل نقطة فإنه يختفى مرة واحدة بواسطة القمر . أما فى حالة جسم ذو سطح فإن نقصان اللمعان يكون مستمرا ولو أن ذلك يحدث للنجوم فى كسور من الثانية . ومن زمن حدوث إنخفاض اللمعان وسرعة القمر الزاوية ينتج القطر الزاوى للنجم ، الذى يمكن تحويله إلى مقياس طولى فى حالة معرفة المسافة بيننا وبين النجم . إن تحليل مثل هذه الأرصاد معقد جدا نتيجة عدم إستواء بروفيل القمر وما يحدث من إنحناء للضوء عند حافته . وحيث أن هذه الطريقة تستعمل فقط فى حالة النجوم اللامعة ذات الأقطار الكبيرة فإن نجوما قليلة قد تم دراستها . وقد تم الحصول للنجم ٤٦ ـ الأسد على قيمة ٠٠٥٦ر٠ وهو ما يناظر قطرا حقيقيا مقداره ١٠٠ مرة قدر قطر الشمس ولو أن الدقة غير كبيرة .

(٤) وطريقة نظرية الإشعاع هى إحدى الطرق العامة فى تطبيقها ولكنها أقل دقة من غيرها . وفى هذه الطريقة تستعمل كل من القوة الإشعاعية ودرجة الحرارة الفعالة للنجم . فقوة إشعاع النجم تزداد ، فى حالة ثبات درجة الحرارة الفعاله ، بزيادة مساحة السطح المشع . بذلك يمكن تعيين مساحة السطح وبالتالى القطر متى عرفنا كل من القوة الإشعاعية ودرجة حرارة النجم الفعالة . وحيث أن درجة الحرارة الفعالة لا يمكن قياسها بدقة ، فإن هذه الطريقة تعطى قيما منخفضة الدقة ، ومع ذلك لا يمكن أن يتعدى متوسط الخطأ + ٢٠٪ . وأنصاف الأقطار المتوسطة المدرجة فى جدول ← أبعاد النجوم تعتمد على هذه الطريقة .

تتراوح أقطار النجوم من أقطار الكواكب إلى أقطار مداراتها حول الشمس . وأقطار النجوم النيوترونية تقدر ببضع كيلومترات ، وهى بذلك أصغر أقطار النجوم ويليها فى هذا الأقزام البيضاء مثل وولف ٢١٩ وقطره ٣٩ر٠ ثم LP357-186 وقطره ١ر٠ من قطر الأرض . وحيث أن أقطار الأقزام البيضاء قد تم إستنتاجها عن طريق نظرية الإشعاع ، فإنها لذلك غير دقيقة بسبب عدم الدقة فى درجة الحرارة . وأكبر الأقطار يتم رصدها لفوق العمالقة فمثلا النجم α (ألفا) العقرب قطره حوالى ٧٤٠ والنجم ٧٧ قيفاوس قطره ٢٤٠٠ مرة قدر قطر الشمس . ومن المحتمل أن تكون أقطار هذه النجوم متغيرة بدرجة خفيفة ، إن لم يكن هناك نبض .

وعن أقطار الكواكب ، ← الكواكب . وعن الأجرام السماوية الأخرى إنظر تحت أسمائها .

القطع الزائد

hyperbola
hyperlole *(sf)*
Hyperbel *(sf)*

احد ← القطاعات المخروطية .

قطع مكافىء

parabola
parabole *(sf)*
Parabel *(sf)*

أحد ← القطاعات المخروطية .

القطع الناقص

ellipse
ellipse *(sf)*
Ellipse *(sf)*

هو أحد ← القطاعات المخروطيه . ومجموع بُعدى كل نقطة من القطع الناقص عن نقطتين ثابتتين ، هما بؤرتى القطع الناقص ـ عبارة عن القيمة الثابتة 2a . والقطر الأكبر الذى يقع عليه البؤرتان فى القطع الناقص يسمى بالمحور الأكبر أما القطر الأصغر العمودى على المحور الأكبر فيسمى بالمحور الأصغر . ونقطة تقاطع المحورين هى مركز القطع الناقص . يسمى البعد بين البؤرة والمركز بالإهليجيه (اللامركزية) الطولية . وبقسمة هذه الإهليجيه الطولية على نصف طول المحور الأكبر a نحصل على الإهليجيه العددية . وبُعد كل من نقطتى تقاطع المحور الأصغر مع القطع الناقص عن كل من البؤرتين يساوى نصف طول المحور الأكبر .

قطعة الفرس

Equuleus, Equ *(L)*
colt
petit cheval *(sm)*
Füllen *(sm)*, **kleines Pherd** *(sn)*

هى كوكبة صغيرة فى منطقة الإستواء السماوى ، تشاهد فى ليالى الخريف .

القِلاص

Hyaden *(L)*
hyades
hyades *(pf)*
Regengestrin *(sn)*

هو حشد نجومى مفتوح يشاهد بالعين المجردة بجوار النجم α (ألفا) الثور (الدبران) ؛ ويبلغ قطر الحشد حوالى ٤ بارسك ويبعد عنا بحوالى ٤٠ بارسك . وأحيانا يعتبر القلاص من ← الحشود المتحركة ، وذلك نظرا لحركتها فى الكون (الشكل ، الحشود المتحركة) . وتسمى **بمجموعة القلاص** أو **تيار الثور** تلك النجوم التى يستدل على إنتمائها للحشد النجومى من حركتها فقط وليس من مواقعها على الكرة السماوية . ومجموعة القلاص تشمل ٣٥٠ نجما تتحرك بسرعة ٣٢ كم/ث تقريبا

قلب الأسد

Regulus *(L)*

هو نجم ← المليك .

قلب الحوت

Mirach *(A)*

هو نجم ← الميراق .

قلب الشجاع

Alphard *(A)*

هو ألمع نجم (α) فى كوكبة الشجاع ولمعانه الضوئى الظاهرى من القدر ٢ر١ وينتمى إلى النوع الطيفى K4 ونوع القوة الاشعاعية III . ويبعد قلب الشجاع عنا بمسافة ٣٥ بارسك أو ١١٥ سنة ضوئية .

قلب العقرب

Antares *(L)*

هو ألمع نجم (α) فى برج العقرب . وهذا النجم عبارة عن نجم نصف منتظم التغيير يتأرجح لمعانه بين ٩ر٠ ق ، ٨ر١ ق . وهو عبارة عن نجم M1 فى نوعه الطيفى ونوع قوته الإشعاعية I6 ، أى أنه ينتمى إلى فوق العالقة الحمراء . يبلغ قطر قلب العقرب ٢٨٥ مرة قدر قطر الشمس وقوة إشعاعه ١٠٠٠٠ مرة مثل قوة إشعاع الشمس . أى أن قلب العقرب يمكنه أن يستوعب مدار الأرض حول الشمس . ولكن درجة حرارة النجم الفعالة وتبلغ حوالى ٣٥٠٠ درجة ، وهى بذلك أقل كثيرا عن درجة حرارة الشمس ولذلك يبدو النجم محمرا . يبعد قلب العقرب عنا بمسافة ١٣٠ بارسك أى ٤٢٠ سنة ضوئية . وهذا النجم عبارة عن مزدوج بصرى تبلغ المسافة بين نجميه ٣ فقط .

قلم النحات

Caelum, Cae *(L)*
caelum
burin du graveur *(sm)*
Grabstichel *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة السماوية الجنوبي .

قمر

satellite, moon
satellite *(sm)*, **lune** *(sf)*
Satellit *(sm)*, **Mond** *(sm)*

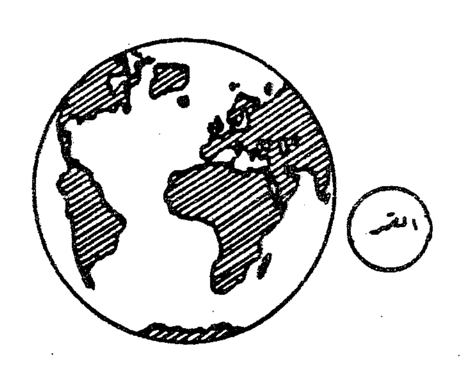
هو ← تابع يدور حول كوكب من كواكب المجموعة الشمسية .

القمر أو قمر الأرض

Moon
Lune *(sf)*
Erdmond *(sm)*, **Erdtarabant** *(sm)*

(أنظر اللوحة ١) جسم سماوى يدور حول الأرض . (وعن أقمار الكواكب الأخرى ← تابع) . يبلغ البعد المتوسط للقمر عن الأرض ٣٨٤٤٠٠كم ، وزمن دورته النجمية ٢٧٫٣٢١٦٦ يوما ويبلغ قطره الظاهرى عند المسافة المتوسطة عن الأرض ١٥َ ٣١ ، أى أقل قليلا عن قطر الشمس .

يضىء القمر بواسطة ضوء الشمس المنعكس عليه . ونتيجة لدوران القمر حول الأرض فإن مكانه يتغير دوريا بالنسبة للشمس والأرض وبذلك يتغير الجزء المضىء من سطحه الذى نراه من الأرض (← أوجه القمر) . ونظرا لقربه الشديد من الأرض فإن



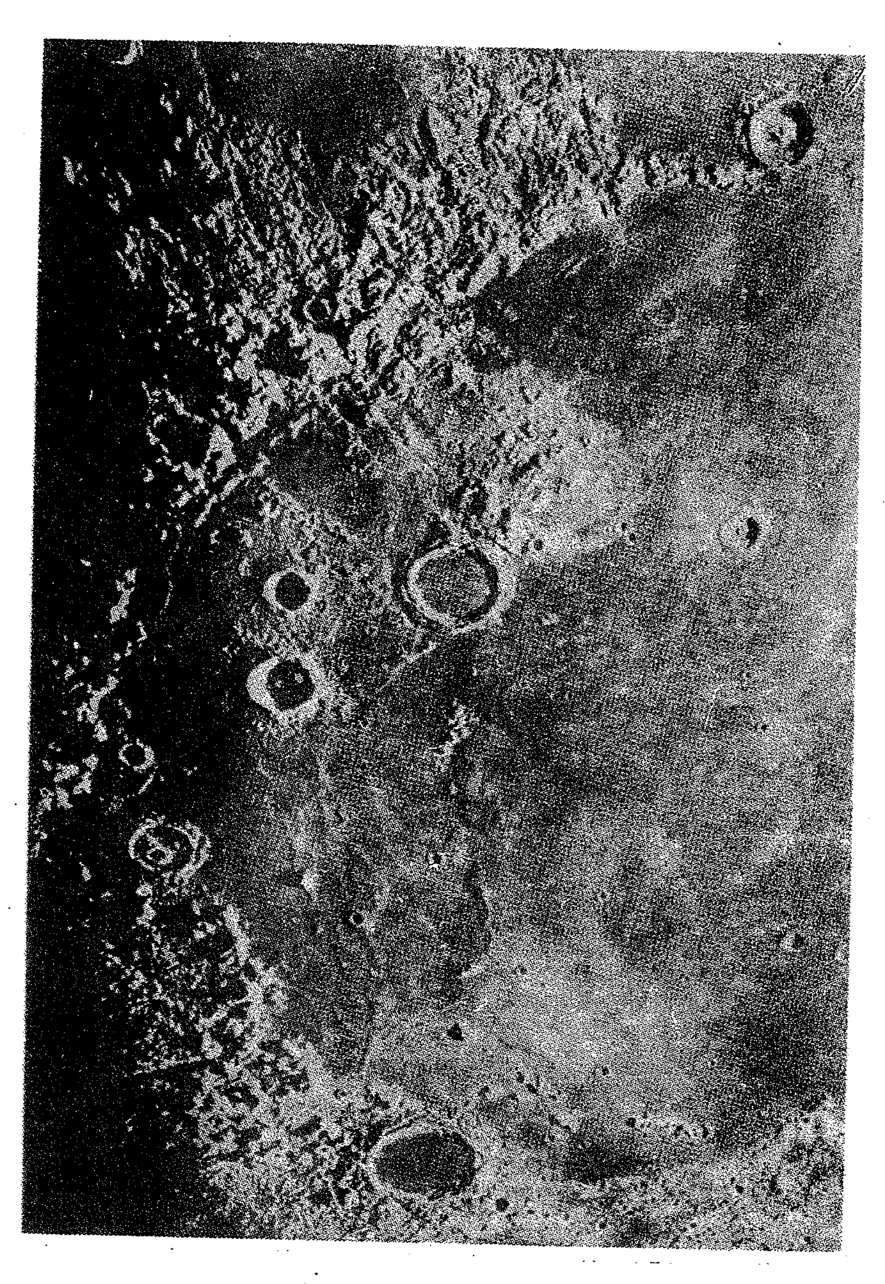
١ حجم القمر بالمقارنة بحجم الأرض.

القمر يظهر كألمع جسم سماوى بعد الشمس ، حيث يبلغ لمعانه البصرى عندما يكون بدرا القدر - ١٢٫٥ وشدة ضوئه فى هذا الوقت تبلغ ٣٠٠٠٠ مرة مثل الشعرى اليمانية . يأخذ هذا اللمعان وهذه الشدة فى النقصان بدرجة كبيرة مع تغيير أشكال الإشعاع ؛ ففى أثناء التربيع (نصف بدر) تكون شدة الاضاءة ١٠٪ من القيمة القصوى (أى ينقص اللمعان بحوالى ٢٫٥ق) . وهذا النقصان الحاد فى اللمعان يحدث بسبب وعورة سطح القمر ، إذ يحدث بسبب ذلك ، فى حالة السقوط المائل للأشعة ، تظليل شديد فى المنخفضات ، بينما يعطى السقوط العمودى إضاءة كلية . والكفاءة العاكسة لسطح القمر صغيرة جدا وبياضه يتغير محليا من ٠٫٠٤ إلى ٠٫١٤ كما يتسبب التوزيع غير المنتظم للمناطق اللامعة والداكنة على قرص القمر فى حدوث إختلاف فى لمعانات الأطوار أو الأوجة المتماثلة أثناء نمو أو صغر القمر . تماثل عاكسية سطح القمر فى المناطق الداكنة نظيرها للحمم البركانية الأرضية أما فى المناطق المضيئة فتشابه العاكسية مثلها للتراب البركانى .

والقمر ليس عبارة عن كرة كاملة . ويتضح من دراسة المعلومات التى تم الحصول عليها من دوران الأقمار الصناعية حول القمر أنه شكله يقرب من مجسم ناقص محوره الأكبر يتجه ناحية الأرض . والفرق فى الطول بين المحور الأكبر والمحور الذى يمر بقطبى القمر يبلغ حوالى ٣كم .

وعلى العكس من الأرض فإن القمر ليس له مجال مغناطيسى ، إلا أنه إتضح من دراسة صخور القمر أنه عند تكوين هذه الصخور من الحمم السائلة منذ ، من ٣ إلى ٤ بليون سنة ، كان للقمر مجال مغناطيسى وإن كانت قيمته تقدر ببضع أجزاء مئوية فقط من قيمة المجال المغناطيسى الأرضى الحالى .

ليس للقمر غلاف جوى من الناحية العملية ونستنتج ذلك على سبيل المثال من عدم ظهور آية



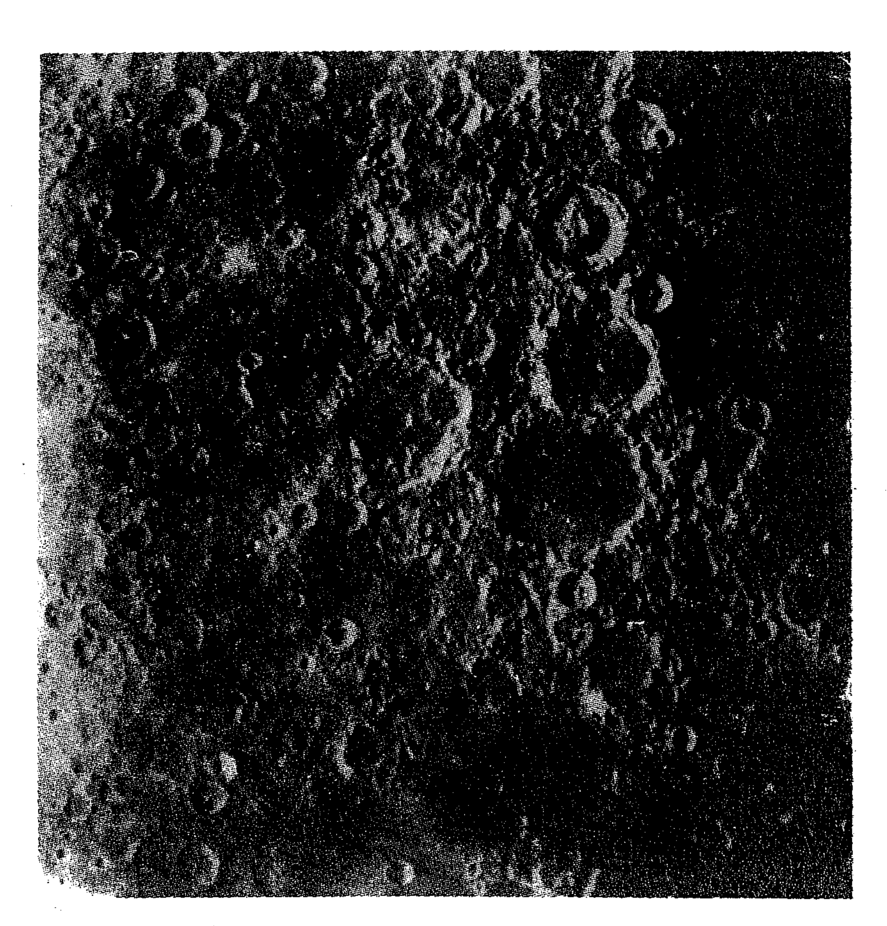
٢ الجزء الغربى من بحر الأمطار كما يبدو فى المنظار (الجنوب إلى أعلى والشرق إلى اليمين) . ويتضح بجلاء سلاسل جبال كل من الأبنين (إلى أعلى) والقوقاز (إلى اليسار من مركز الصوره) والألب (إلى اليسار أسفل الصوره) . وأكبر ثلاثة جبال حلقيه هى بلاتو (أسفل) وأرشميدس وسط الصورة تقريبا . وأراتوسثينوس (أعلى وإلى اليمين) .

غشاوة تقلل من رؤيتنا لسطح القمر . كما أن النجوم التى يسترها القمر أثناء حركته تختفى فى أجزاء من الثانية بدون أن يضعف ضوءها تدريجيا خلال غلاف جوى قمرى . وقد أمكن الاستدلال على وجود كثافة عالية من الإليكترونات بالقرب من سطح القمر ، على سبيل المثال أثناء إستتار سديم أبو جلمبو خلف القمر حيث تنكسر الأشعة الراديوية من السديم بعض الشىء بواسطة الاليكترونات الطليقه . ومن قيمة هذا الانكسار تم استنتاج أن كثافة الاليكترونات بالقرب من سطح القمر أكبر بحوالى ١٠٠٠٠ إليكترون لكل سم٣ عما هى عليه فى غاز ما بين الكواكب المحيط . والكثافة الكلية للغاز عند سطح القمر من نفس القدر

تقريبا . بذلك فإن «غلاف القمر الجوى» أرق بمقدار 10^{13} مرة من جو الأرض . إن هذا بالنسبة للاعتبارات الأرضية بعد فراغ تام ! . ولابد أن تقل كثافة جو القمر مع زيادة البعد عن السطح بدرجة أبسط مما تقل به كثافة جو الأرض بالارتفاع عن سطحها . ويرجع السبب فى ذلك إلى صغر جاذبية القمر ، التى لا تضغط جو القمر فوق بعضه ، مثلما تفعل قوة تثاقل الأرض الأكبر بحوالى ٦ مرات بغلافها الجوى . ومن أجل قوة التثاقل البسيطة هذه فإن القمر لا يمكنه الإحتفاظ بغلاف جوى كثيف . أما ما يحتمل أن يكون موجودا فى البداية من غازات ثقيلة فقد تطايرت إلى فراغ ما بين الكواكب : تبلغ سرعة الإفلات من سطح القمر فقط ٢٫٣٧٥ كم/ث .

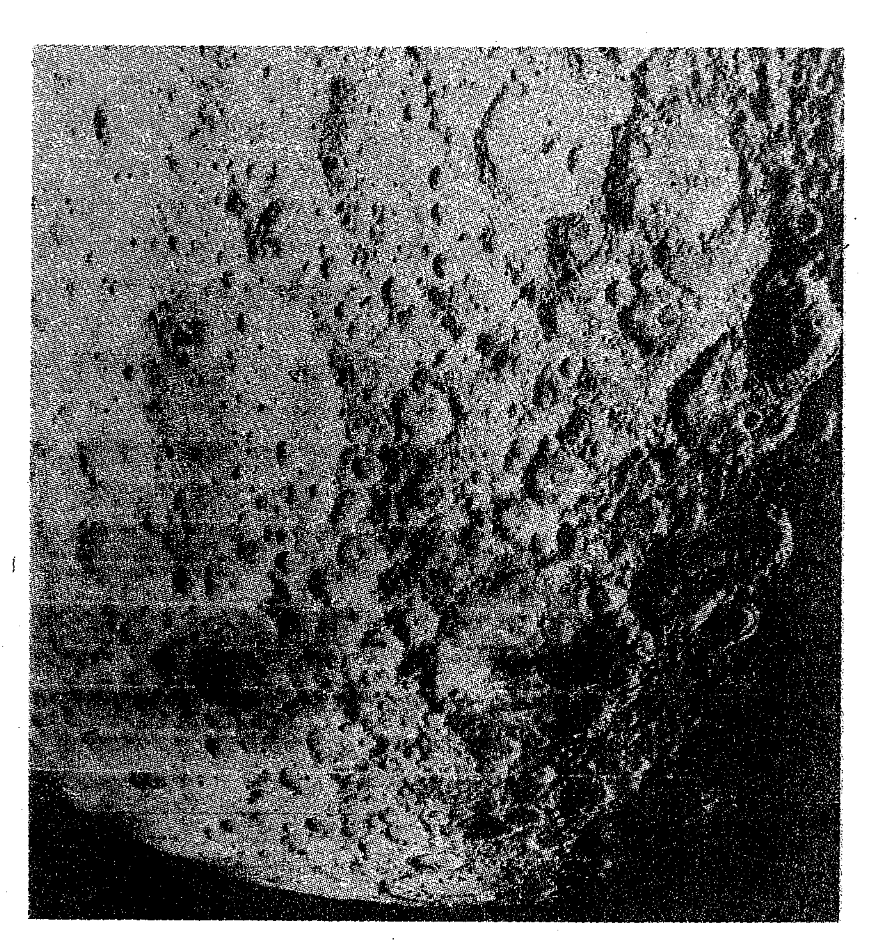
وهناك زعم بأن غلاف القمر الرقيق يتكون من إليكترونات طليقة وجسيمات غازية أخرى ليست مستقرة وإنما على شكل تيار يجرى من سطح القمر إلى فراغ ما بين الكواكب ، ويمكن أن يتغذى هذا التيار من البخر المؤكد حدوثه من السطح بفعل كل من الأشعة الكونية ، والتأثير الدائم للرياح الشمسية وكذلك إرتطام النيازك . ويتعرض سطح القمر لكل هذه المؤثرات فى حين لا يعمل الغلاف الجوى الرقيق كدرع واق كما هو الحال فى الغلاف الجوى الأرضى . وعلى الرغم من ذلك فإنه من الواضح وجود جيوب غازية تهرب من آن لآخر . فقد أمكن على سبيل المثال مشاهدة إنفجار غازى فى فوهة ألفونس .

إننا نرى من القمر جانب واحد فقط . ويرجع ذلك إلى ← حركة القمر الخاصة : إذ أن له دوران



٣ صوره لجزء من سطح القمر كما إلتقطتها سفينة الفضاء أبولو٨ . ويشاهد فى وسط الصوره فجوة البتانى وإلى اليمين منها فجوات بطليموس وألفونس والزرقلى. وبعيدا إلى اليمين نجد بحر السحب. (جنوب الصورة إلى أعلى) .

مقيد ، أى أن زمن دورته حول الأرض مساو لزمن دورانه حول نفسه . أما كوننا نشاهد فى الحقيقة أكثر بعض الشيء من النصف فإن ذلك مرجعه إلى الترنح البسيط ، وإلى ← التحرر الذى يحدث لجسم القمر . ونتيجة للحركة المحكومة فإن كل جزء من سطح القمر يظل مضاءا لمدة نصف شهر بأشعة الشمس ثم يبقى بعد ذلك لنفس المدة على الجانب الليلى من سطح القمر . وبذلك تحدث إختلافات حادة فى درجة الحرارة ، وبدرجة أكبر حيث أن الغلاف الجوى للقمر رقيق جدا لدرجة يصعب معه حدوث إضعاف للشعاع الساقط أو الخارج . وحتى عند إعتام القمر أثناء الخسوف فإن الإشعاع من السطح إلى الفضاء الخارجى المحيط كبير بحيث تنخفض درجة الحرارة إنخفاضا محسوسا . تبلغ درجة الحرارة فى قمتها على الناحية التى تسقط عليها أشعة الشمس حوالى ١٣٠°م بينما تنخفض أثناء الليل القمرى إلى حوالى ـ ١٦٠°م . وقد إتضح أن الأماكن المتجاورة على سطح القمر ليست لها درجة حرارة واحدة دائما بل ثبت وجود شذوذات محلية فى درجة الحرارة . فعلى سبيل المثال يبدو أن فجوة تيكو ، التى تختزن جيدا الإشعاع الشمسى الساقط عليها أثناء النهار القمرى ، أكثر دفئا بعد غروب الشمس عما حولها . يرجع السبب فى ذلك إلى أن الفجوات الحديثة نسبيا (مثل فجوة تيكو) ليست

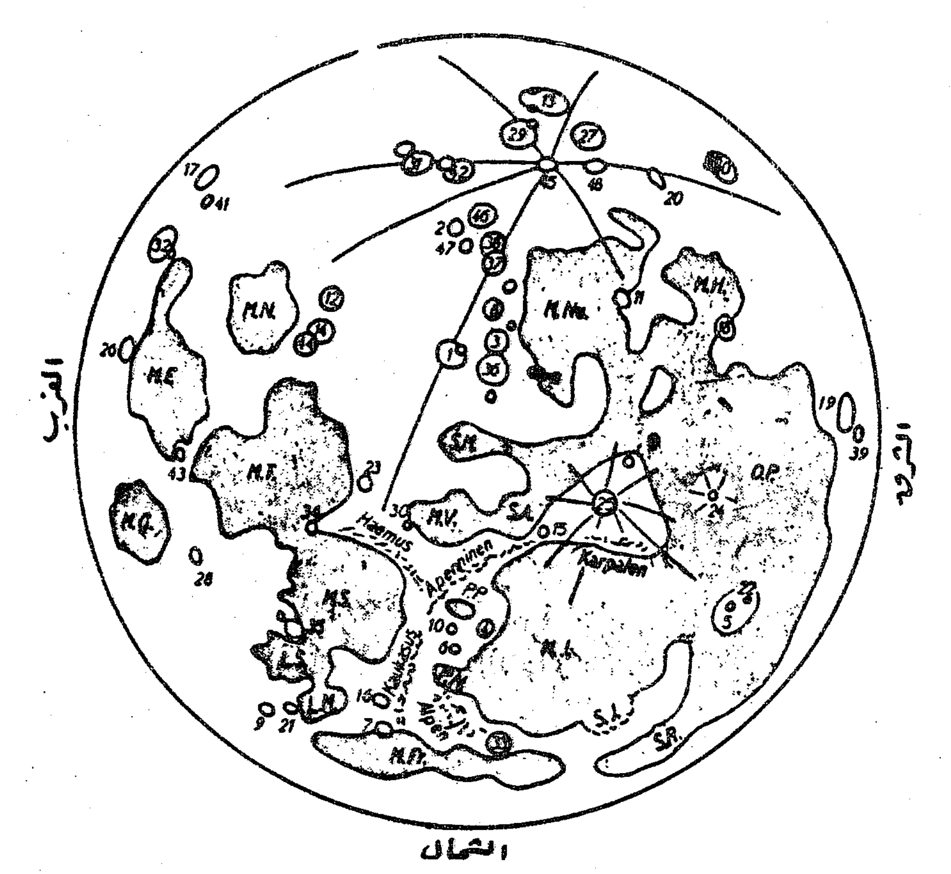


٤ الجزء الجنوبى من الجانب الآخر من سطح القمر. وهو الجانب غير المرئى من الأرض. التقطت هذه الصورة بواسطة مركبة الفضاء لونار أو ربتار ٢ من على بعد ١٤٠٠ كم. ويمكن عند الحافة العليا تمييز معالم تبلغ أقطارها ٣٠٠ م.

معزولة حراريا بواسطة طبقة ترابية . وما يصلها من إشعاع أثناء النهار القمرى يمكن أن تختزنه جيدا نسبيا وتعطيه أثناء الليل القمرى . ويعتقد أن يكون الشذوذ فى درجة الحرارة لأماكن أخرى من سطح القمر راجع إلى تحرر طاقة حرارية من داخل القمر .

يمكن بواسطة الاشعاع الراديوى إستنتاج أن الإختلافات الكبيرة فى درجة الحرارة بين الليل والنهار القمريين مقصورة فقط على الطبقات العليا من سطح القمر . فشدة هذا الإشعاع تتغير بدرجة بسيطة نسبيا مع إختلاف أوجه القمر . ويمكن تعليل ذلك بأن سطح القمر مسامى وعليه فهو ردىء التوصيل للحرارة وبذلك تتغير درجة الحرارة بمقدار بسيط فى الطبقات السفلى ، التى ينبعث منها ، فى الغالب ، الإشعاع الراديوى ، ولو أن الطبقة العليا تحدث فيها تغييرات كبيرة عند الانتقال من الاشعاع الشمسى (على الجانب النهارى) إلى الإشعاع القمرى (على الجانب الليلى) .

السطح : ليست معلوماتنا عن سطح أى كوكب بقدر معلوماتنا الجيدة عن سطح القمر . ويرجع السبب فى ذلك من ناحية إلى عدم وجود غلاف جوى كثيف يعوق نظرتنا إلى السطح . ومن ناحية أخرى فإن ذلك يرجع إلى القرب الشديد للقمر ، الأمر الذى يسمح بإرسال سفن الفضاء المأهوله وغير المأهوله بالإنسان . بالقرب من وحتى سطح القمر . ويمكن بالآلات الحديثة يمكن التعرف على مناطق من سطح القمر يصل طولها من ١٥٠ إلى ٢٠٠ متر ، وذلك عندما تختلف هذه المناطق عما جاورها (مثلا فى الارتفاع) . وتتيح الأقمار الصناعية التى تدور حول القمر فرصا أكبر ، فبها لا يمكن فقط التحقق من الدقائق الصغيرة بل يمكن أيضا دراسة الجانب الخلفى



* خريطة سطح القمر ويبدو فيها القمر معكوسا كما نشاهده فى المنظار . ولذلك فإن الجنوب فى الصورة متجه إلى أعلى بينما الشرق إلى اليمين . وتدل الاختصارات والأرقام الموجوده على الخريطة على الأسماء الآتية :

الإسم العربي	الإسم اللاتيني	الاختصار
بحيرة الأحلام	Lacus Sommiorum	L. S.
بحيرة الموت	Lacus Mortis	L. M.
بحر الأزمات	Mare Crisium	M. C.
بحر الخصوبة	Lacus Foecunditatis	M. F.
بحر البرودة	Mare Frigoris	M. Fr.
بحر المرح	Lacus Humorum	M. H.
بحر الأمطار	Mare Imbrium	M. I.
بحر الرحيق	Lacus Nectaris	M. N.
بحر السحب	Mare Nubium	M. Nu.
بحر السعادة	Lacus Serenitatis	M. s.
بحر السكون	Mare Tranquillitatis	M. T.
بحر البخار	Lacus Vaporum	M. V.
محيط العواصف	Oceanus Procellarum	O. P.
مستنقع الغيوم	Palus Nebullarum	P. N.
مستنقع الشيخوخة	Palus Putretudinis	P. P.
خليج النار	Sinus Aestuum	S. A.
خليج قوس قزح	Sinus Iridum	S. I.
خليج الوسط	Sinus Medii	S. M.
خليج الندى	Sinus Roris	S. R.

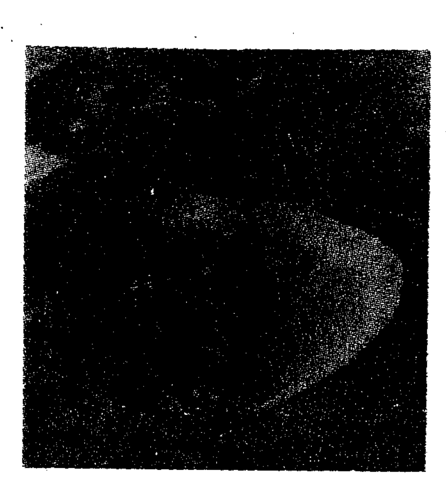
الإسم العربي	الإسم اللاتيني	الرقم
البتانى	Albategnius	1
الياسينى	Aliacensis	2
ألفونس	Alphonsus	3
أرشميدس	Archimedes	4
أرستارخ	Aristarch	5
أرستيلوس	Aristillus	6
أرستوتيليس	Aristoteles	7
الزرقلى	Arzachel	8
أطلس	Atlas	9
أوتوليكوس	Autolycus	10
بوليالدوس	Bullialdus	11
كاتارينا	Catharina	12
كلافيوس	Clavius	13
كيريلوس	Cyrillus	14

الإسم العربي	الإسم اللاتيني	الرقم
إراتوثينوس	Eratosthenes	15
أويدوكسوس	Eudoxus	16
فيرنيريوس	Furnrius	17
جازيندى	Gassendi	18
جريمالدى	Grimaldi	19
هاينزل	Hainzel	20
هركيولوس	Hercules	21
هيرودوت	Herodot	22
يوليوس قيصر	Julius Caesar	23
كبلر	Kepler	24
كوبرنيكوس	Kopernikus	25
لانجرينوس	Langrenus	26
لونجومونتان	Longomontan	27
ماكروبيوس	Macrobius	28
ماجينوس	Maginus	29
مانيليوس	Manilius	30
ماوروليكوس	Maurolycus	31
بتيافيوس	Petavius	32
بلاتو	Plato	33
بلينيوس	Plinius	34
بوسيدونيوس	Posidonius	35
بطليموس	Ptolemaus	36
بورباخ	Purbach	37
رجيومونتان	Regiomontan	38
ريسيولى	Riccioli	39
شيكارد	Schickard	40
ستيفينوس	Stevinus	41
ستفلر	Stoefler	42
تاورونتيوس	Tauruntius	43
تيوفيلوس	Theophilus	44
تيكو	Tycho	45
فالتر	Walter	46
فيرنر	Werner	47
ويلهالم	Wilhelm	48

من سطح القمر والذى لا يمكن رؤيته من على سطح الأرض . ونستطيع الحصول على صور مأخوذة من قرب شديد لمناطق محدودة من سطح القمر عن طريق ما ينزل فوقه من آدميين أو بالإسقاط الطرى للمختبرات الفضائية . لذلك فإنه ليس من العجيب وجود خرائط قمريه تقارن فى دقتها بالخرائط الأرضيه . وعلم السيلينوغرافيا ، الذى يتخذ من وصف وعمل خرائط لسطح القمر واجبا له ، ليس متأخرا عن علم الجغرافيا ، فقد أمكن أيضا بالعين المجردة التمييز بين مناطق لامعة وأخرى داكنة فوق سطح القمر . والمناطق اللامعة هى سلاسل جبال أما الداكنة فقد ظهرت فى أرصاد المنظار كمسطحات مترامية ذات فروق بسيطة فى الإرتفاعات . سميت هذه المسطحات قديما حسب أحجام كل منها بالبحار أو الخلجان أو المستنقعات أو البحيرات القمرية . وقد ظلت الأسماء كما هى برغم أننا نعرف منذ وقت أنه لا توجد مساحات مائية على سطح القمر . وبخلاف البحار فقد سميت المناطق اللامعة بالبلاد أو الأرض .

يمكن دراسة تركيب جبال القمر على وجه الخصوص بالسقوط المائل جدا للضوء (عند حدود الظل) . ومن طول الظل يمكن استنتاج إرتفاع سلسلة الجبال ، والتى تصل فى بعض حالاتها إلى ٨كم ، أى أعلى من جبال الأرض . وعند حافة المسطحات (البحار) يوجد كثير من سلاسل الجبال مجمعة ؛ سميت تبعا للسلاسل الجبلية الأرضية . من ذلك نجد أن كل من بحر أمبيريوم وبحر الأمطار محاطين بكل من سلاسل جبال أبينيون والقوقاز وكرباتن . وهذه الكميات الهائلة من الجبال ترتفع عاليا فى بعض الأحيان (الأبنيون) إلى أكثر من ٦كم فوق المسطح . إن (ما يسمى بأسماء آدميين)سلاسل الجبال الحلقيه (الفجوات الكبيرة) هى أكثر الأشكال شيوعا فوق سطح القمر . وأحيانا يرتفع حائط حلقى إلى بضع كيلومترات بالتدريج عن السطح ويسقط بميل أسرع ناحية الداخل . والمساحة المحصورة بالداخل هى أعمق من المسطحات المحيطة وفى وسطها يوجد واحد أو عديد من الجبال المركزية . وفى الجزء الذى نراه من على سطح الأرض يوجد من هذه الجبال الحلقية عدد يصل إلى ٤٠٠٠٠ تم إكتشافها من على سطح الأرض ، وتسمى أكبرها بالاستحكامات وتزيد أقطارها عن ٢٠٠كم . ولو أن مشاهدا وقف فى وسط أحد هذه الاستحكامات فإنه يرى حوائط لها أشكال مشطية عنده فوق الأفق . تنبعث من بعض الفوهات مثل تيكو وكوبرنيكوس مجموعة دروب قطريه على شكل أشعه يمكن تتبعها إلى مسافة بعيدة ، ففى حالة تيكو يمكن تتبعها واضحة بطول ١٨٠٠كم . وتجتاز هذه الدروب القطريه فى طريقها البحار والجبال والجبال الحلقية . ويتضح من خفة الظل الساقط أن هذه الدروب لها تقريبا نفس الإرتفاع مثل المناطق المحيطة . والآن فإننا نعرف أيضا مجموعات ممتدة على الجانب المظلم للقمر لها أشكال جبال حلقية إلا أننا لا نراها من مكاننا فوق سطح الأرض .

يتضح وجود نوعين مختلفين فى حالة الفوهات الصغيرة : النوع الأول له حواف حادة والثانى على شكل كهف ذو حدود دائرية رخوة . ويقل شيوع



٦ إحدى فوهات الجانب الآخر من سطح القمر. وللفوهه جوانب حادة الميل وفى قاعها صخور ضخمه. وقد التقطت هذه الصورة من على متن المركبة القمرية لأبولو ١٠ .



٧ مقطع تخطيطي خلال فوهة كريه ذات جبل مركزى.

النوع الأول دائما مع صغره ، حتى الصغير جدا والذى يمكن فقط رؤيته من سفن الفضاء ، إلى أكبرها ، وحتى البحار دائرية الشكل يمكن تنظيمها فى هذا التتابع . ويدل توزيع هذا الشيوع على أن الفوهات قد نشأت بنفس الطريقة وعن طريق الصدفة (إنظر بعده) . وللفوهات الكبيرة والمتوسطة فيما يحيط بها جزئيا أشكال شعاعية تتجه ناحية المركز وكذلك فوهات ثانوية ، شكلها عموما قطع ناقص وإتجاهها قطرى . أما فوهات النوع الثانى والتى أكتشفت فقط بواسطة السفن القمرية فتوجد فى البحار وفوق قيعان بعض الفوهات الكبيرة كما يزيد وجودها جدا فوق الأراضى اللامعة . وتوزيع شيوع هذا النوع يختلف عن الأنواع ذات الحواف الحادة ، لدرجة تجعلنا نفكر فى سبب آخر لنشأتها .

أمكن عن طريق الصور التى ألتقطت بواسطة الأقمار الصناعية التى تدور حول القمر التعرف على أشكال من سطحه كانت غير معروفة حتى ذلك الوقت وهى «سلاسل الظهر» . وهذه عبارة عن إرتفاعات موجودة فقط فى البحار وتصل إلى ١٠٠م فى الارتفاع وإلى ١٠كم فى الطول وشكلها غير منتظم كما تتواجد حزوز بأعداد كبيرة على سطح القمر. والحزوز المستقيمة صغيرة وعلى شكل كهوف وتشاهد فى البحار ومناطق حافتها . ويبلغ عرض الحزوز حتى ٥كم ونادرا ما يزيد عمقها عن ١٠٠م ، إلا أنها تمتد فى بعض الأحيان إلى بضع مئات من الكيلومترات . وهناك نوع آخر هو الحزوز المتعرجة التى تشبه جيدا الأنهار الأرضية . وتتموج مثل هذه الحزوز المتعرجة خلال وادى جبال الألب القمرية الذى يبلغ طوله ١٣٠٠ كم وعرضة فى بعض الأجزاء ١٠كم .

يوجد أيضا على القمر تصدعات أكثرها شهرة هو الحائط الكبير . ففى أطول من ١٠٠كم يفصل هذا المنحدر الشديد ، الذى يغلب عليه الإستقامة بين مصطبتين بفارق ٣٠٠م فى الارتفاع وذلك عند الحافة الغربية لبحر نوبيوم وبحر الغيوم .

نشأة تضاريس السطح : أسهل شىء هو تحليل نشأة التصدعات القمرية ، إذ يمكن أن تكون هذه قد نشأت على غرار التصدعات الأرضية وبالتحديد أثناء إزاحة أرض قشرة القمر بالنسبة لبعضها . كذلك فإن الحزوز القمرية المستقيمة يحتمل أن تكون ناشئة من تصدع فى داخل القشرة القمرية أو من ظاهره تجمد الحمم البركانية المنسابة . ويمكن أن تكون الحزوز المتعرجة قد نشأت من تجمد تيار الحمم البركانية الرفيعة المنسابة أيضا . إلا أنه زُعم أيضا أن هذه عبارة عن قاع نهر يجرى ماؤه تحت طبقة سميكة من الحديد . ولما كان من غير المحتمل وجود أى ماء على القمر فإن ذلك يصبح ممكنا فقط فى حالة مبكرة جدا من حياة القمر . أما عن نشأة الفوهات فتوجد منذ وقت طويل نظريتين متحاديتين : فتبعا للنظرية البركانية نشأت الفوهات كبراكين ، وتبعا لنظرية الارتطام فإنها نشأت عند سقوط النيازك . وإذا إعتبرنا مستوى المعلومات الحالية فإننا نفهم نشأة الفوهات على أنها عملية مشتركة ومعقدة من كل من الارتطام من الخارج وما تفجره هذه الارتطامات من قوى قرية داخلية ، ومنها إنفجارات حممية . أما الفوهات الصغيرة وأصغر الفوهات فقد نشأت إما من

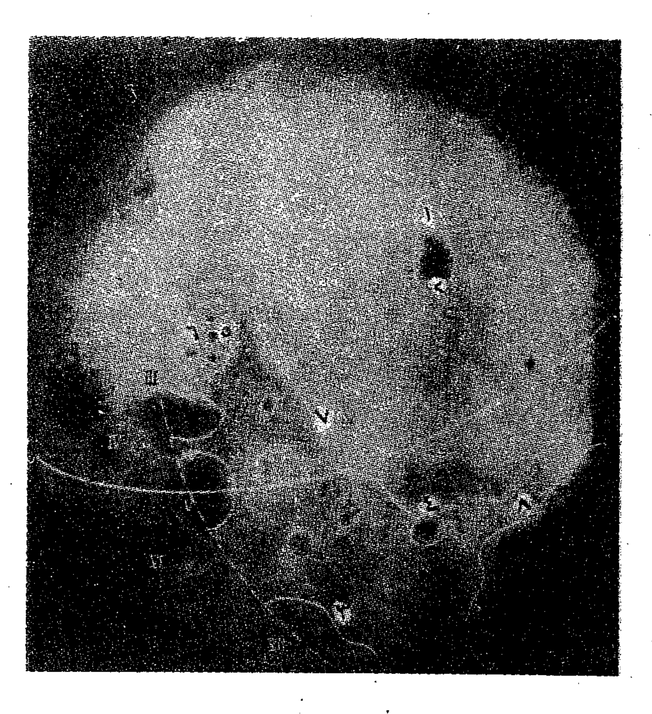
سقوط نيزك أو من إنفجار غازى (بركان غازى) . ويمكن أن ينطبق الإحتمال الثانى على وجه الخصوص بالنسبة لسلاسل فوهات الجانب الخلفى للقمر . ويمكن أن تكون الفوهات الكهفيه ذات الحدود الدائرية الطرية قد نشأت من إنكماش الحمم البركانية . إن القباب أو الإنتفاضات المصطبية فى مناطق البحار يمكن أن تكون قد نشأت كبراكين كما يمكن أن تكون سلاسل الظهر ناتجه من إنسياب العجائن خلال الشقوق . ونظام الدروب الشعاعيه اللامعة المنطلقة من الفوهات هى من المؤكد ناشئة مع الفوهة ذاتها ، ويحتمل أن يكون ذلك عبارة عن مواد إنحدرت فوق قشرة القمر . يؤكد هذا الزعم وجود عديد من الفوهات الثانوية التى تظهر على الصور الملتقطة من قريب لسطح القمر . إن العمل المشترك من القوى الخارجية والداخلية يظهر على وجه الخصوص فى البحار الدائرية الشكل (التى تختلف عن البحار الأخرى غير المنتظمة) . وهناك إفتراض بأن تكون هذه البحار الدائرية قد نشأت من إصطدام كتل كبيرة عالية الكثافة فى الأزمنة الأولى للبحار . وهذا الإفتراض كبير الإحتمال على أساس تركيز الكتلة المرصود ، والذى نحس به مما يظهر من إختلافات فى الجاذبية . ثم تبع ذلك أن طفت أحواض البحار بالحمم وهو ما يدل عليه كل من السطح الأملس نسبيا وكذلك الكثافة الصغيرة للفوهات .

أصبحت دراسة أرض القمر ممكنة منذ أدخلت السفن التى تستطيع النزول فوق سطحه والعودة إلى الأرض ثانية وكذلك نزول الانسان عليه . من خلال ذلك تأكدت المزاعم والإفتراضات التى أدت إليها أرصاد أخرى من أن سطح القمر مغطى بطبقة مسامية ترابية التكوين ومتكببة نسبيا . وفى هذه الطبقة يوجد أيضا دفين من حطام الصخور التى تكونت على غرار البازلت الأرض ، أى من مصهور الصخور . إن ما درس حتى الآن من صخور القمر يتكون من معادن معروفة على سطح الأرض ، إلا أنه وجدت أيضا بعض المعادن غير المعروفة . وفيما جلبته أبوللو ١١ من عينات أرضية بحر الهدوء فإن كل من التيتانيوم والاسكانديوم والزركونيوم واليتريوم من بين العناصر الشائعة وعلى النقيض من ذلك يندر وجود عناصر كل من الصوديوم والبوتاسيوم والرويبديوم . وعلى العكس من ذلك فإن العينات التى جلبتها أبولو ١٢



٨ الجزء الداخلى من فوهة كوبرنيكوس كما صورته لونار أوربتار ٢ .

من بحر بروسيلاريوم تحتوى على تيتانيوم أقل بكثير وكذلك تحتوى على قليل جدا من البريكزين ، أى ما تكون من رواسب التراب القمرى وكسارة البلورات . ومن المحتمل أن يكون كسير الصخور قد ترسب أثناء الإنفجارات البركانية ثم تحطم بإصطدام النيازك أو بفعل صخور أخرى متطايرة . وتبدو المادة الترابية كما لو كانت نتيجة تآكل لكنه ليس راجعا لفعل عوامل تجوية ـ فلا وجود للماء والرمال على سطح القمر ـ وإنما إلى تأثير النيازك والرياح الشمسية والأشعة الكونية . تحتوى أرض القمر على الكثير من الأجسام الزجاجية ، أغلبها كروى الشكل . وواضح أن هذه الأجسام تكونت أثناء إرتطام النيازك بالسطح ، حيث كانت طاقة الارتطام كافية لصهر كل من الجسم الساقط ومحل السقوط . وإذا ما كانت كتلة النيزك كبيرة جدا فإن الطاقة تكفى لكى يتبخر جزء من صخور منطقة الإرتطام فتنتج عن ذلك إنفجارات يمكن أن تنشأ منها فوهات . ويختلف التركيب الكيماوى لبحر الهدوء بعض الشىء عن الحطام البازلتى الموجود به . ومن المحتمل أن يكون ذلك منشأه الإختلاط بالمادة النيزكية . ولم تمكننا العينات الصخرية المجلوبة من سطح القمر من الإستدلال على وجود مركبات عضوية فوقه . ونستنتج من هذه العينات أن غمر الحطام الصخرى الكبير لبحر الهدوء حوالى ٣٫٦ بليون سنة . وهذا هو الزمن المنقضى منذ تبلورت العجينة الرسوبية . وفى تراب نفس المكان وجدت بريكزين تصل أعمارها إلى ٤٫٧ بليون سنة . ولما كانت هذه القطع تختلف عن الأخرى فى شكلها البلورى فإنه يُفترض أنها قد نشأت فى مكان آخر فوق

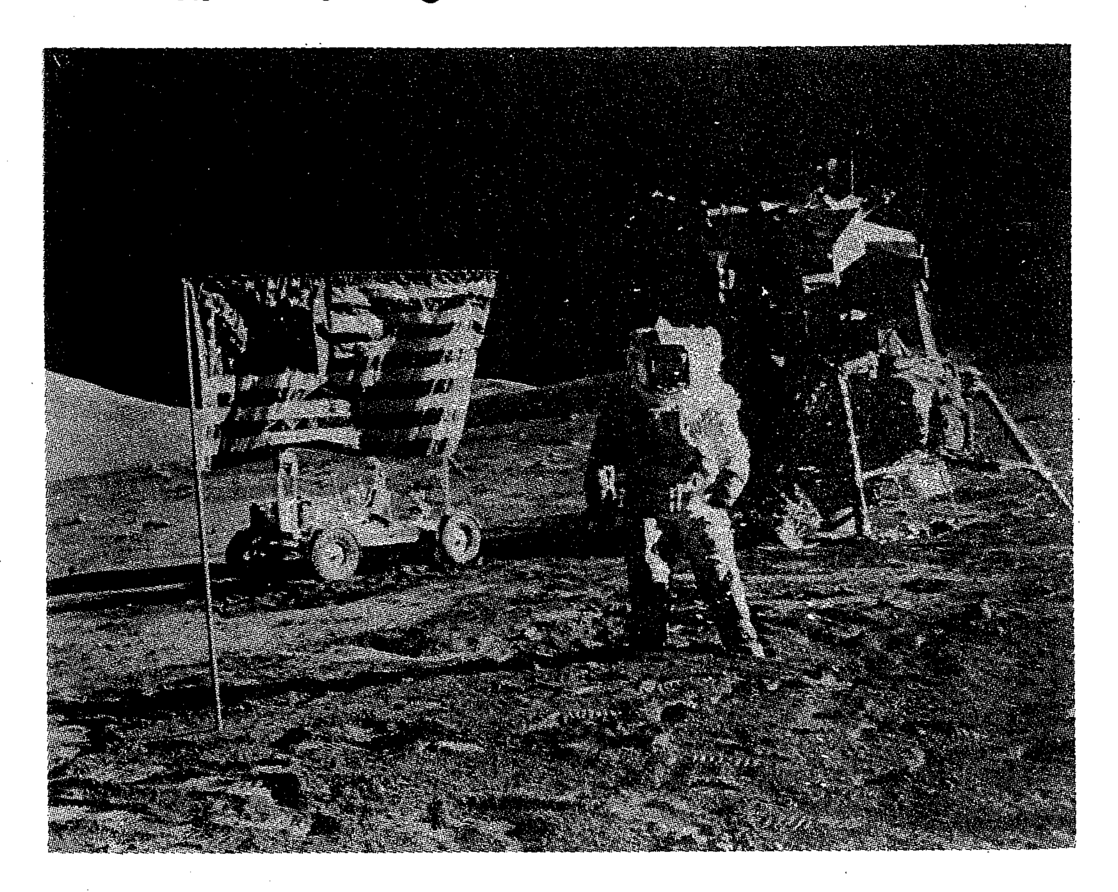


٩ الصورة التاريخيه الأولى للجانب الآخر من سطح القمر (كما إلتقطتها المرحله الثالثه من الصاروخ السوفيتى فى ١٩٥٩/١٠/٧) ، وقد رسم على الصوره بخط متصل خط الاستواء القمرى وبخط متقطع الحدود بين الجانب المرئى وغير المرئى من السطح. ودلالة الأرقام :

١ بحر موسكو ، ٢ خليج رائد الفضاء ، ٣ إمتداد البحر الجنوبى من الجانب المرئى ، ٤ فوهة زيولكوفسكى ، ٥ فوهة لومونوسوف ، ٦ فوهة جوليو كورى ، ٧ جبال السوفيت (لم تعد تستخدم ضمن الأسماء المعتمده من قبل الإتحاد الدولى الفلكى) ، ٨ بحر الأحلام ، I بحر الرطوبه ، II بحر الأزمات ، III بحر مارجينس ، IV بحر أونداريوم ، V بحر سميثى ، VI بحر الخصوبه ، VII البحر الجنوبى .



١٠ الأرض وجزء من سطح القمر كما صورتها أبولو ٨ فى أول دوران آدمى حول القمر. ويرى أفق القمر من على مسافة ٧٨٠كم. وعرض الجزء المرئى ١٧٥كم. وعلى الأرض بلغ حد الظل القاره الأفريقيه.



١١ ملاح الفضاء شميدت بجانب علم الولايات المتحده بعد هبوط أبولو ١٧ على سطح القمر.

القمر ومن هناك أتت إلى بحر الهدوء بواسطة الانفجارات المرتبطة مثلا بنشأة بحر بعيد . وبالنسبة لصخور بحر بروسيلاريوم فقد حُددت أعمارها من ٢,٠ إلى ٢,٦ بليون سنة . أى أن العجينة التى نشأت منها هذه الصخور قد سالت على الأقل بليون سنة بعد الصخور الأخرى .

وبالنسبة للتركيب الداخلى للقمر فاننا نأمل فى الحصول على بعض المعلومات عنه عن طريق الزلازل القمرية الطبيعة والصناعية . وتبعا للقياسات الأولية إتضح أن للقمر ككل مرونة كبيرة غير متوقعة تناظر ما لأعلى طبقات الأرض . إن ذلك يؤيد من الفكرة القائله بأن القمر ، على خلاف الأرض ، لا يحتوى موائع فى داخله .

وعن نشأت القمر فإننا لا تعرف شيئا مؤكدا . وقديما نوقش كثيرا ما يسمى بنظرية المد والجذر . وتبعا لتلك النظرية فإن القمر إنشطر من مجسم الأرض أو جسمها الصلب . وقد إفتقدت هذه النظرية من قدرتها نظرا لأنه من ، بين أسباب أخرى ، لم يمكن الحصول على معلومات عن شكل القوى التى كانت مؤثرة وقت ذاك المد والجذر . أما نظرية الإقتناص فتفترض أن القمر وقع فى مجال جاذبية الأرض بعد أن نشأ بعيدا عنها . ومثل هذه الاقتناصات ليست غير محتملة تماما . أما نظرية التراكم فتفترض أن كل من الأرض والقمر تكونا فى نفس الوقت ومن نفس السحابه . وتقابل هذه النظرية صعوبة تعليل الفروق بين كثافة كل من الأرض والقمر . لهذا السبب تدور مناقشات أيضا حول إفتراض نشأة القمر من غلاف الأرض الممتد بعيدا . وتبعا لهذا الإفتراض فقد تجمعت العناصر الخفيفة فى الطبقات العليا للغلاف الجوى الأصلى ، أما العناصر الأثقل فقد غاصت أكثر ناحية المركز وتسببت فى زيادة سرعة دوران الأرض الأولى ، الأمر الذى أدى إلى إنفصال الغلاف الهوائى العلوى والذى تكثف بعد ذلك فى صورة القمر . لقد إحتل القمر فى الزمن الأخير أهمية كبيرة فى الأبحاث الفلكية ، حيث أصبح الوصول إليه ممكنا برحلات الفضاء . وقد كانت الخطوات الفاصلة فى ذلك هى نزولى ملاحى الفضاء الأمريكين نيل أرمسترونج وإدوين ألورين فى ٢٠ يوليو ١٩٦٩ عند ١٧ ق ٢٠ س بالتوقيت العالمى وذلك فى بحر الهدوء حوالى ١٠ كم إلى الجنوب من فوهة سابينا ، ثم نزول محطة الفضاء السوفيتة الأوتوماتيكية لونا ١٦ فى بحر فوكونديتايتس يوم ٢٠ سبتمر ١٩٧٠ عند ١٨ ق ٥ س بالتوقيت العالمى والتى أحضرت المرحلة العائدة معها عينات من صخور سطح القمر إلى الأرض . وكذلك أنزل الإتحاد السوفيتى فى ١٧ نوفبر عام ١٩٧٠ للعربة القمرية (لونوخود) الموجهة أرضيا على سطح القمر (أنظر أيضا ← غزو الفضاء)

المعلومات الهامة عن القمر

متوسط البعد عن الأرض	= ٣٨٤٤٠٠ كم = ٠,٠٠٢٥٧ وحدة فلكية
	= ٦٠,٣ قدر نصف الأرض
القطر الظاهرى المتوسط	= ٣١َ ٥ً
القطر	= ٣٤٧٦ كم = ٠,٢٧ قدر قطر الأرض
الحجم	= ٢,١٩٢ × ١٠^{٢٥} سم^{٣} = ٠,٠٢ حجم الأرض .
الكتلة	= ٧,٣٥ × ١٠^{٢٥} جم = $\frac{١}{٨١,٣}$ وكتلة الأرض
الكثافة المتوسطة	= ٣,٣٤ جم / سم^{٣} = ٦٠,٥ ٪ من متوسط كثافة الأرض
قوة الجاذبية على سطح القمر	= ١٦,٦ ٪ قدر قوة جاذبية الأرض
اللمعان (حالة البدر)	البصرى الظاهرى = − ١٢,٥
العاكسية المتوسطة	= ٠,٠٧

درجة الحرارة : + ١٣٠° م (الجانب المضىء) حتى ـ ١٦٠° م (الجانب المظلم) .

القمر الصناعى الأرضى

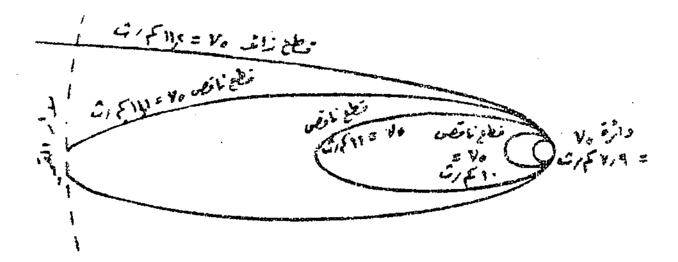
artificial earth satellite
satellite artificial de la terre *(sm)*
Kunstlicher Erdsatellit *(sm)*

القمر الأرضى هو جسم يتحرك حول الأرض وتحت تأثير جاذبيتها .

والقمر الأرضى الطبيعى الوحيد يسمى فقط بإسم ← القمر . وتحت **أقمار أرضية صناعية** أو عموما أقمار أرضية نعنى الأجسام الصناعية التى تتحرك بدون محركات دائمة وذلك بصورة مستمرة أو لفترة زمنية طويلة حول الأرض .

يقع كل من دراسة وتحقيق الإمكانيات التكنولوجية لإبداع الأقمار الأرضية الصناعية وكذلك ما يتبعها من مشاكل فى التوجيه أو نقل المعلومات منها وإليها وتغذيتها بالطاقة وما إلى ذلك .. إلخ فى مجال عمل تكنولوجية الصواريخ وغزو الفضاء ، ولذلك فإنها ليست ذات أهمية فلكية مباشرة . إلا أن للأقمار الأرضية أهمية كبيرة بالنسبة للفلك لأسباب أخرى ، حيث أنها تمثل أجساما تتحرك معظم فترات حياتها حسب قوانين الميكانيكا السماوية . وعلاوة على ذلك فإنها تُستعمل كحاملات لأجهزة الرصد الفلكية ، التى يمكن عن طريقها زيادة إمكانيات دراسة الفضاء فى المنطقة القريبة من الأرض وكذلك زيادة المجال الطيفى المستعمل فى الأغراض الفلكية .

المدار وحركة المدار :ـ إن الإمكانية الوحيدة لوضع الأقمار الصناعية فى مداراتها حول الأرض هى بإستعمال الصواريخ . وفى الوقت الذى يعمل فيه المحرك يكون من السهل توجيه الصاروخ . ومن هنا فإن الجزء الإيجابى من المدار إختيارى تماما . وبعد إنتهاء الإحتراق فى موتورات الصاروخ يصبح إستمرار الطيران بدون محركات فيتحرك الصاروخ أو ما ينطلق منه من أقمار أرضية فى مدار أو مدارات طيران حر ، الجزء السلبى من المدار . من هذه اللحظة تخضع الحركة لقوانين حركة جسمين ؛ ومداراتها عبارة عن قطاعات مخروطية . وتعتمد أبعاد كما يعتمد شكل القطاعات المخروطية على إتجاه وسرعة الحركة ، التى حصل عليها القمر . فإذا ما كانت الحركة عند إنتهاء إحتراق محركات الصاروخ عمودية على الإتجاه الرأس فإن سرعة ، فى النهاية ، قدرها ٧٫٩١٢كم/ث (المرحلة الأولى من السرعة الكونية) تلزم للحركة الدائرية فوق سطح الأرض مباشرة . ولا يمكن حدوث دوران حول الأرض تحت الظروف المذكورة إذا قلت السرعة النهائية عن ذلك المقدار . ولما كانت كثافة الغلاف الجوى الأرض أكبر ما تكون فوق سطح الأرض مباشرة ، فإن ذلك يسبب فرملة شديدة لقمر صناعى يتحرك فى مداره الدائرى ، بدرجة تجعله يسقط على الأرض قبل إتمام دورته الأولى حولها ؛ ولمثل هذه الحالة أهمية نظرية فقط . كما تلزم سرعة نهائية قدرها ٧٫٧٩١كم/ث لبداية حركة قمر صناعى فى مدار دائرى حول الأرض على إرتفاع ٢٠٠ كم عن سطحها ؛ بينما يتطلب نفس الشيء ٦٫٩٠٣ كم/ث فقط على إرتفاع ٢٠٠٠ كم . ونقص السرعة المطلوبة بزيادة الإرتفاع عن سطح الأرض مرتبط بنقص عجلة الجاذبية ، أى



١ العلاقه بين شكل مدار القمر الصناعى وسرعته عند نفاذ الوقود.

العجلة التى يكتسبها جسم تحت تأثير جذب الأرض ، مع الإرتفاع . ولذلك تكفى سرعات دوران نهائية آخذة فى الصغر كى تتساوى قوة الطرد المركزية الناتجة عن الحركة فى المدار الدائرى مع قوة عجلة التثاقل . ويكون المدار دائريا فقط إذا ما تحقق تعادل تام بين عجلتى الطرد المركزية والطرد فى كل نقطة من المدار . ولما لم يكن ذلك عموما هو الحال ، فإن الأقمار لا تدور فى مدارات دائرية وإنما فى مدارات إهليجية . وعلى إرتفاع معروف مسبقا عند نهاية الإحتراق ، وفى حالة الحركة عموديا على الإتجاه الرأسى على سطح الأرض فإن السرعة المكتسبة تتحكم فى قيمة نصف القطر الأكبر للمدار وكذلك فى إهليجيته . وتزداد الاثنتان بزيادة السرعة المكتسبة . فيستطيل المدار الإهليجى بزيادة السرعة لأن الأرض لابد أن تحتل إحدى بؤريته . وبالنظر ثانية إلى الحالة النظرية ، أى حالة إنتهاء الإحتراق فوق سطح الأرض مباشرة نجد أن ذلك يستوجب سرعة نهائية قدرها ١١٫٠ كم/ث حتى تقع نقطة الأوج الأرضى للقمر الصناعى ، أى أبعد نقطة فى مدار القمر الصناعى عن الأرض ، فى منتصف المسافة بين الأرض والقمر ، كما تستوجب سرعة قدرها ١١٫١ كم/ث كى تقع نقطة الأوج على مسافة القمر . ولو أننا زدنا السرعة النهائية إلى ١١٫١٩ كم/ث ـ المرحلة الثانيه من السرعة الكونية ـ فإن الحركة لن تكون إهليجية حول الأرض وإنما حول الشمس ، فيترك الجسم الأرض إلى الأبد بدون أن يصبح قمرا صناعيا لها . وكما فى حالة المدارات الدائرية فإن السرعة الضرورية ، عند نهاية الاحتراق الاحتراق ، لبلوغ أبعد مسافة فى مدار إهليجى تقل بزيادة الإرتفاع عن سطح الأرض .

تنطبق ← قوانين كبلر على حركة الأقمار الصناعية فى مداراتها مثلما تنطبق على حركة الكواكب فى مداراتها حول الشمس . فالأقمار الصناعية تتحرك ، على أساس قانون كبلر الثانى ، بالقرب من الأرض ، فى الحضيض ، أسرع منها فى الأوج . كما يعتمد الطول الزمنى للدورة ، حسب قانون كبلر الثالث ، على قيمة نصف القطر الأكبر فى حالة المدارات الإهليجية وعلى نصف القطر فى حالة المدارات الدائرية وأقصر دورة طولها ١ س ٢٤ ق ١٥ ث تنتج لحركة قمر صناعى فى مدار دائرى فوق سطح الأرض مباشرة . أما بقية المدارات فلها أزمنة دوران أطول من ذلك ، كما يمكن أن يبلغ بعضها بضع أيام .

تمر مستويات مدارات الأقمار الأرضية بمركز الأرض ، وهى حسب التقريب الأولى ثابتة فى الفضاء أى بالنسبة للنجوم الثوابت . ولا تشارك تلك المدارات ، تبعا لذلك ، فى الدوران اليومى ، فالأرض تدور تحت مدارات تلك الأقمار . وحيث أن مستوى المدار ثابتا فى الفضاء بالنسبة للنجوم الثوابت فإن وضع المدار يتغير بالنسبة للإتجاه إلى الشمس وذلك نتيجة لحركة الأرض حول الشمس ومايصاحبها من تغيير ظاهرى لموقع الشمس بالنسبة للنجوم الثوابت .

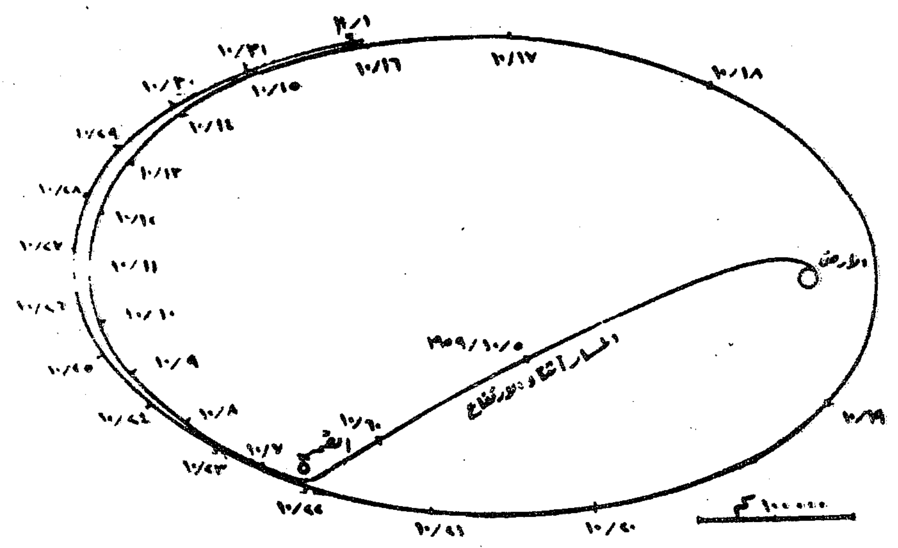
أثبتت الخبرة أن وضع مستوى المدار فى الفضاء وأبعاده وإهليجيته ليسوا غير متغيرين تماما . وإذا ما وقع حضيض المدار قريبا من سطح الأرض ، بحيث يجوب القمر الصناعى فى الغلاف الجوى الكثيف ، فإن الإحتكاك بالهواء يعمل على فرملة الحركة ، وبالتالى طاقة حركة القمر فيقل كل من نصف مداره الأكبر وإهليجيته . ويقترب المدار من الشكل الدائرى كما يقترب القمر من سطح الأرض بعض الشيء ويغوص أكثر فى الطبقات الأكثر كثافة من الغلاف الجوى الأرضى فتزداد فاعلية هذا الغلاف فى الدورة القادمة . وبصورة دقيقة فإن حركة القمر حول الأرض تأخذ شكلا حلزونيا تتجاور لفاته جيدا . وعلى أساس قانون كبلر الثالث ، يقل زمن الدورة كلما صغر نصف القطر الأكبر للمدار ولكن سرعة الدوران تزداد . وبذلك نصل إلى تناقض ظاهرى ، لأنه عن

طريق الإحتكاك بهواء الغلاف الجوى الأرضى تزداد السرعة وتقصر زمن الدورة . وكلما صغر نصف القطر الأكبر للمدار غاص القمر بدرجة أكثر عمقا فى طبقات الغلاف الجوى الأرضى ، إلى أن يتفتت القمر نتيجة للتأثير الحرارى وقوة الهواء تماما مثلما يحدث للنيازك .

إن حيود الكرة الأرضية عن الشكل الكروى وعدم توزيع الكتلة فى داخلها توزيعا كرويا متماثلا ، يعمل على تغيير وضع مستوى مدار القمر فى الفضاء وكذلك تغيير طفيف فى شكل المدار ، لأن هذا الحيود فى شكل الأرض يتسبب فى حيود شكل مجال الجاذبية بحيث يصبح غير كروى تماما . وعجلة الجاذبية التى تؤثر على القمر الموجود على مسافة محدودة من مركز الأرض تعتمد على مكان القمر فوق سطح الأرض . وعجلة الجاذبية فوق خط الإستواء أكبر منها فوق القطب لنفس البعد عن مركز الأرض . وتتسبب فلطحة الأرض فى حدوث حركة سبق لمدار القمر وذلك فى حالة عدم تطابق أو تعامد مستوى المدار مع مستوى خط الإستواء أو عليه . فإذا ما تواجد القمر فوق أى من نصف الكرة الأرضى الشمالى أو الجنوبى ، فإن تأثير قوة جذب الحزام الإستوائى الأرضى تتسبب فى عزم دوران يحاول إدارة مستوى المدار فى مستوى خط الإستواء . وحسب نظرية المغزل فإن عزم الدوران يعمل حركة زحزحة تتمثل فى إدارة مستوى المدار حول محور ثابت فى الفضاء (السبق) ، كما أن خط الأوج والحضيض ، الذى يصل بين أوج وحضيض المدار ، يتزحزح فى مستوى المدار . وعلى ذلك يتغير العرض الجغرافى لكل من الأوج والحضيض مع مرور الزمن . ويقل تأثير هذا الإضطراب كلما زاد بعد الحضيض عن سطح الأرض .

فى حالة الأقمار صغيرة ، الكتلة وكبيرة المساحة السطحية فإن ضغط إشعاع أشعة الشمس يسبب كذلك تغييرا ملحوظا فى المدار .

تعمل كل هذه الإضطرابات على تغيير كل من طول المحور الأكبر وإرتفاع الأوج والحضيض عن سطح الأرض وكذلك الإهليجية العددية للمدار مع الزمن . كما أنه من الممكن حدوث تغييرات فى عناصر المدار عن طريق أجهزة توجيه . وفى هذه الحالة يتم إدخال قطعة مدار إيجابى فى المدار الحر .

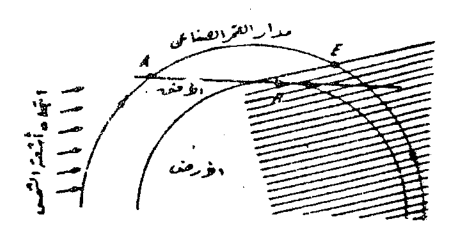


٢ مسار ليونيك ٣ أثناء الإرتفاع ومدارها فى دورتها الأولى حول الأرض . وتوضح التقسيمات مكان سفينة الفضاء فى منتصف الليل بالتوقيت العالمى . كما تدل على المكان التقريبى الذى تم منه تصوير الجانب المظلم من القمر . كما يرى على الرسم أيضا موضع القمر عندما إقتربت منه ليونيك ٣ إلى أقل مسافه .

من الممكن التفريق بين **الأقمار القريبة** ، التى تقع مداراتها كلية أو جزئيا فى الغلاف الجوى الأرضى العلوى من ناحية ومن ناحية أخرى **الأقمار البعيدة** خارج الغلاف الجوى الأرضى.فبينما تكون الإهليجية العددية لمدارات الأقمار القريبة فى الغالب صغيرة نجد أن مدارات الأقمار البعيدة متباعدة فى طولها وبالتالى فإن إهليجيتها العددية أكبر . والإضطرابات الصغيرة نتيجة جو الأرض تكاد لا تؤثر فى مدارات الأقمار البعيدة . لهذا السبب يمكن لهذه الأقمار الدوران لفترة طويلة إختيارية ، إلا أننا نلمس فيها تأثير جذب كل من الشمس والقمر ، اللذان يحدثان تغيرات فى المدار . ويوضح الشكل مثالا للتأثير الحادث فى مدار قمر صناعى عند مروره بالقمر . وفى الشكل تتضح أول دورة ونصف من دورات القمر الصناعى ليونيك ــ ٣ حول الأرض .

يحتل قمر صناعى «ثابت» على إرتفاع ٣٥٧٩٠كم من سطح الأرض ويدور حولها فى فلك دائرى ، أهمية خاصة . فدورته حول الأرض عبارة عن يوم واحد بالضبط . وإذا ما تطابق مستوى مدار القمر مع المستوى الاستوائى للأرض فإنه يبقى دائما فوق نفس البقعة من خط الاستواء . أما إذا كان مستوى المدار مائلا على المستوى الاستوائى الأرضى فإن القمر يصنع على الكرة السماوية مدارا ظاهريا على شكل الرقم 8 ، ويبقى وضع المدار فى هذه الحالة أيضا غير مستقر بالنسبة للنجوم الثوابت .

طرق الرصد : يتحدد مدار القمر الصناعى كلية بمعلومية ستة من ← عناصر المدار يمكن إستنتاجها من الأرصاد . وتعتمد رؤية القمر الصناعى على كل من حجمه وقدرته العاكسة وبعده عن الراصد وكذلك تباين لمعانه مع خلفية السماء العامة . وهذا التباين أصغر فى أثناء النهار عما يكفى لرؤية القمر بالوسائل المساعدة . كذلك لا يمكن رؤية القمر الصناعى أثناء الليل وذلك لوجوده فى منطقة ظل



٣ الأرصاد البصريه لقمر صناعى ممكنة فقط عندما يكون مكان الرصد B فى ظل الأرض والقمر الصناعى فوق الأفق ومضاء بأشعة الشمس . وهذا هو الحال فى القوس من A حتى E من المدار .

الأرض . اللهم إلا إذا كان القمر نفسه يرسل إشعاعا ذاتيا . أى أن الرؤية الضوئية لقمر صناعى تظل مقتصره على فترة الشفق أى فى الوقت الذى يكون فيه مكان الرصد قد بلغ الجانب المظلم للأرض بينما لا يزال القمر مضاءا بأشعة الشمس . وفى كثير من الأحيان تظهر تأرجحات فى لمعان الأقمار الصناعية تعزى لتغيير المساحة العاكسة للقمر بسبب دوران أو ترنح القمر .

علاوة على الرصد الضوئى للقمر الصناعى بمساعدة كاميرات خاصة ــ وهى كاميرات عادية ذات أفلام حساسة ومزودة بعدسات بعدها البؤرى طويل وأفلام فائقة الحساسية ــ فإنه يمكن أيضا تحديد حركة الأقمار الصناعية فى مداراتها من خلال الاشارات اللاسلكية التى نلتقطها . لهذا الغرض تقاس التغييرات التى تحدث فى الذبذبة نتيجة ظاهرة دوبلر . (أثناء المرور بمحطة الرصد تتغير السرعة الخطية للقمر بالنسبة للمحطة وتبعا لها تتغير إشاراته اللاسلكية حسب ظاهرة دوبلر) . وهناك طريقة أخرى للرصد تعتمد على تحديد إختلاف التطور للإشارات اللاسلكية القادمة من القمر الصناعى وذلك بواسطة مقياس تداخل ، إنترفيرومتر ، له عديد من الهوائيات . (تختلف أزمنة مرور الإشارات اللاسلكية عند الهوائيات المختلفة نتيجة لإختلاف المسافة بين القمر

وكل من الهوائيات . ولا تصل جبال الموجة ووديانها ، أى نفس الطور من الموجة الكهرومغناطيسية ، فى نفس الوقت إلى كل الهوائيات . ففى أثناء مرور القمر تبتعد المسافة باستمرار وبذلك تحدث إزاحة فى الأطوار ، التى تصل فى نفس الوقت إلى مكان الرصد ، بالنسبة لبعضها البعض) . وأخيرا يمكن إستعمال الأقمار الصناعية كعاكس إيجابى وقياس مسافاتها عن أماكن رصد مختلفة بواسطة أرصاد الرادار أو أشعة الليزر . ولا تعتمد الطرق غير الضوئية على الوقت من النهار ، أى أنه يمكن إجراؤها أثناء الليل وأثناء النهار ، إلا أن دقتها لا تبلغ دقة الطرق الضوئية .

تعتمد إمكانية رصد القمر الصناعى على وضعه فى مداره بالنسبة لمستوى الإستواء . فالقمر الصناعى الذى يدور فى المستوى الإستوائى تماما يشاهد فقط فى المناطق الإستوائية . وتزداد العروض التى يمكن منها رصد القمر الصناعى كلما زاد إرتفاعه عن سطح الأرض . كما يمكن رؤية القمر الصناعى فى عروض أكبر فى حالة كبر ميله على مستوى الإستواء ، حتى إذا مر القمر بالقطبين ، أى إذا بلغ ميل مستوى مداره على مستوى الاستواء الأرضى ٩٠° ، فإن القمر يظهر فى سمت كل نقطة على سطح الأرض .

يعتبر حساب المدار الحقيقى للقمر الصناعى ، بمعلومية المعلومات المرصودة ، بسيط نسبيا بينما الحساب المسبق للمدار على العكس من ذلك معقد جدا خصوصا إذا دارت الأقمار فى مداراتها تحت تأثير إضطرابات كثيرة وشديدة (إنظر بعده) .

المهام العلمية للأقمار الصناعية :ـ إن القيمة الفلكية للأقمار الصناعية تتمثل فى إمكانية إجراء أرصاد خارج الغلاف الجوى الأرضى بالإضافة إلى أهميتها للميكانيكا السماوية . فخارج الغلاف الجوى الأرضى يتلاشى الإقتصار على موجات الطيف الواقعة فى النطاق البصرى والنطاق الراديوى ، الذى يضطرنا إليه الغلاف الجوى الأرضى . هذا بالإضافة إلى أن إضاءة السماء تقل خارج الغلاف الجوى الأرضى ، الأمر الذى ينتج عنه زيارات التباين بين الأجرام السماوية . وأخيرا فإنه يمكن من حيث المبدأ بناء أجهزة ضوئية كبيرة كبرا إختياريا نتيجة لحالة إنعدام الوزن السائدة هناك ، وبذلك يمكننا الوصول إلى قوة التفريق النظرية ، الشىء الذى لا نستطيعه بالأجهزة الأرضية الكبيرة ، بسبب عدم الإستقرار الهوائى (← المنظار) . ومن ناحية أخرى تنشأ صعوبات ضرورة نقل معلومات الرصد إلى الأرض وضرورة التوجيه الدقيق للآلات على الأجسام المراد رصدها ، وذلك إذا أردنا إستغلال قوة التفريق الزاوى الجيدة .

تكمن الأهمية الخاصة للأقمار الصناعية بالنسبة للفلك فى أنه أمكن عن طريقها الوصول المباشر للأجسام الموجودة فى الفضاء القريب ، مثل مادة ما بين الكواكب والقمر والمريخ والزهرة والمشترى وزحل وإجراء القياسات بل وحتى عمل التجارب هناك . من أجل ذلك يتم إدخال السفن المأهولة وغير المأهولة بالإنسان . وفى كثير من الأحيان لا تكون هذه الأقمار أرضية بالمعنى الحقيقى وإنما أقمارا صناعية للقمر أو كويكبات صناعية ، أى أنها تكون فى هذه الحالة أجسام تنطلق من مدارات حول الأرض إلى مدارات حول القمر أو حول الشمس .

من فيض ما تم تنفيذه من مهام بواسطة الأقمار الصناعية حتى الآن نورد هنا بعض الأمثلة فقط : مراصد شمسية تدور حول الأرض تراقب الإشعاع الشمس فى نطاق الأشعة فوق البنفسجية وأشعة رونتجن . ومما تم إكتشافه فى هذا الشأن أن الإضطرابات الشمسية مصطحبة بنبضات فى أشعة رونتجن . ويجرى العمل فى برنامج تصنيف فوق بنفسجى للنجوم وكذلك دراسات طيفية فوتومترية لكل نجم على حده . وفى فضاء ما بين الكواكب تجرى قياسات للمجال المغناطيسى وكثافة تراب ما بين الكواكب . ومن خلال الأقمار الصناعية نعرف كثافة

وسرعة الإشعاع الجسيمى القادم من الشمس ، الرياح الشمسية . وقد تم إكتشاف تجمع الأشعة الكونية فى الأحزمة الإشعاعية وكذلك تركيب طبقة الماجنيتوسفير الأرضية . كما تجرى دراسة الحالة الطبيعة لطبقات الجو العليا وخصوصا الأيونوسفير . ويمكن ، بمعونة أقمار خاصة للأرصاد الجوية ، مراقبة أحداث الطمس فى الطبقة السفلى من الغلاف الجوى الأرضى . كما أن الأقمار الصناعية المساحية تستعمل فى عمل القياسات الدقيقة لسطح الكرة الأرضية . ومن الإضطرابات المدارية للأقمار الصناعية القريبة يمكن إستنباط شكل الأرض وشكل مجال الجاذبية فى الطبقات العليا من جسم الأرض .

عرض تاريخى : كان أول إنطلاق ناجح لقمر صناعى ، سبوتنيك ١ ، فى الرابع من أكتوبر عام ١٩٥٧ من قِبَل الإتحاد السوفيتى . وبعد شهر إنطلق سبوتنيك ٢ ، الذى كان من بين حمولته كلب فى كابينته . وكان أول إطلاق لقمر أمريكى ، المستكشف ١ ، فى أول فبراير ١٩٥٨ . وأمكن إطلاق أول سفينة مأهولة لأول مرة بتاريخ ١٢ أبريل ١٩٦١ ، حيث إنطلق الميجور السوفيتى يورى جاجارين فى فوستوك ١ ودار حول الأرض فى مدة ١٠٦ دقيقة . ثم كان فى ٢٠ فبراير ١٩٦٢ أول إنطلاق أمريكى لسفينة فضاء مأهولة هى ميركورى (أو عطارد I) التى حملت ج جلين .

قمة الحديد

iron peak
pic de fer *(sm)*
Eisenspitze *(sf)*

هى النهاية العظمى عند عنصر الحديد فى منحنى ← شيوع العناصر الكيماوية .

قنطورس

Centaurus, Cen *(L)*
centaurus
centaure *(sm)*
Zentaur *(sm)*

هو إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى . وتقع الأجزاء الجنوبية من هذه الكوكبة فى سكة التبانة . وأقرب نجم ثابت منا هو . الأقرب القنطورى الذى يوجد قريبا جدا من النجم اللامع قنطورس .

قنوات المريخ

Canals of Mars
canaux de Mars *(pm)*
Marskäräle *(pm)*

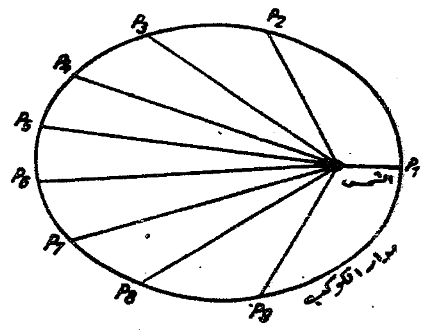
← المريخ .

قوانين كبلر

Kepler laws
lois de Kepler *(pf)*
Keplergesetze *(pn)*

هى قوانين أوجدها كبلر لشرح حركات الكواكب فى المجموعة الشمسية ، وذلك بالطريق التجريبى من أرصاد حركات الكواكب . ومن الناحية النظرية يمكن إستنباط هذه القوانين من قانون الجاذبية الذى أوجده نيوتن بعد ذلك (← الجاذبية) .

يعطى **القانون الأول لكبلر** شكل المدار : تتحرك الكواكب فى قطاعات ناقصة تحتل الشمس إحدى بؤراتها . ويعطى **قانون كبلر الثانى** بيانات عن الحركة فى المدار . فيقطع نصف القطر الواصل بين الشمس والكوكب مساحات متساوية فى الفترات الزمنية المتساوية (قاعدة المساحة) . ويدل ذلك على أن الكوكب يتحرك وهو قريب من الشمس أسرع منه وهو بعيد عنها (الشكل) . ويعطى **قانون كبلر الثالث** العلاقة بين وقت الدوران فى المدار وحجم المدار .



قانون المساحه :

الخط الواصل بين الكوكب والشمس يقطع فى أزمنة متساويه مساحات متساويه . ولذا فإن الكوكب يتحرك بالقرب من الشمس أسرع منه وهو بعيد عنها .

فالأس الثالث لنصفى القطرين الكبيرين (a_1 ، a_2) لمدارى كوكبين يرتبطان مع بعضهما بالعلاقة بين مربع زمن الدورة (U_2 ، U_1) للكوكبين . أى أن $\frac{a_1^3}{a_2^3} = \frac{U_1^2}{U_2^2}$. والقانون الثالث لا ينطبق تماما لأنه يأخذ فى الإعتبار قوة جذب الشمس فقط وليس الكواكب أيضا . وبصورة أدق يصبح القانون :

$$\frac{a_1^3}{a_2^3} = U_1^2(M + m_1) : U_2^2(M + m_2)$$

حيث M كتلة الشمس ، m كتلة الكوكب . وحيث أن كتلة الكوكب حتى لأكبر الكواكب ، وهو المشترى ، لا تزيد عن $\frac{m}{M}$ = $\frac{١}{١٠٤٧}$ ، فإن القانون الثالث لكبلر فى شكله الأصلى هو تقريب جيد للقانون الجديد ولكوكب واحد فإن $\frac{a^3}{U^2(M+m)} = \frac{G}{4\pi^2}$ حيث G ثابت الجاذبية ، π النسبة التقريبية .

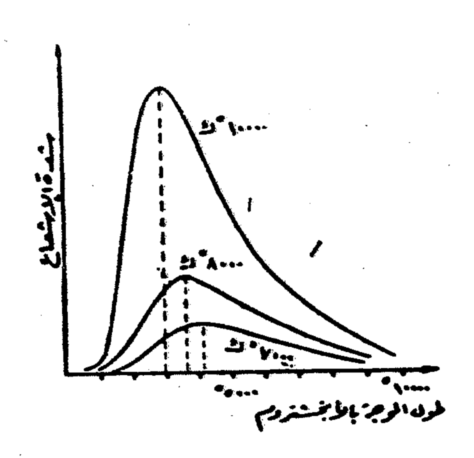
إن قوانين كبلر تصف حالة خاصة من حركة جسمين ، يقعان تحت تأثير جذبهما المتبادل فقط . أما القوانين العامة للحركة فتُدرس تحت ← مسألة الجسمين . وإذا ما أضيف جسم أو أكثر إلى الجسمين فإن ذلك يؤثر فى علاقات حركة هذين الجسمين وذلك إذا كانت كتلته (أو كتلتها) تقارن بكتلتى الجسمين الأصليين . وفى هذه الحالة لا تنطبق قوانين كبلر بنفس الدقة . وهذا هو الحال فى المجموعة الشمسية ، التى تتأثر فيها حركة الكوكب بالاضطراب الذى يحدثه كوكب آخر .

قوانين الإشعاع

radiation laws
lois du rayonnément *(pf)*
Strahlungsgesetze *(pn)*

يبعث كل جسم بإشعاع كهرومغناطيسى ، تعتمد شدته والتوزيع الطيفى لطاقته على كل من درجة الحرارة وخواص الجسم . وقد إتضح أن إشعاع جسم ما يزاداد كلما إزدادت قدرته على الإمتصاص .

الإشعاع الأسود يُعرف جسم ما بأنه أسود مثالى عندما يمتص هذا الجسم تماما كل ما يسقط عليه من إشعاع . وهذا الجسم الأسود يبعث بإشعاع أكثر من أى جسم آخر على نفس درجة حرارته . ويمكن تقريب ذلك وتحقيقه عن طريق حيز كروى ، تحتفظ بدرجة حرارة جدارنه المشعة ثابتة ، ثم نشاهد إشعاعه من خلال ثقب صغير فقط فى الجدار . يسمى مثل هذا الإشعاع أسود أو **إشعاع الحيز الكروى** . فى هذه الحالة يتحدد توزيع الطاقة فى الطيف على الموجات المختلفة من **قانون بلانك** . فتزداد كثافة الطاقة فى جميع أنحاء الطيف كلما إرتفعت درجة حرارة الجسم المشع (الشكل) . ويلاحظ أن طول الموجة لأعلى طاقة λ max تتزحزح بزيادة درجة الحرارة دائما ناحية الموجات الأقصر . وهذه الإزاحة ترى واضحة فى الشكل ، الذى تم عليه أيضا توضيح مكان طول الموجة لأعلى طاقة . وبتجميع طاقة الإشعاع فى كل الطيف فإننا نحصل على الطاقة الكلية للإشعاع . وهذه تعتمد فقط على درجة الحرارة T ، بحيث تزيد فى تناسب مع T^4 ، (**قانون ستيفان ـ بولتزمان**) . ويحتوى الجدول التالى كل من λmax والطاقة المنبعثة من ١ سم^2 فى كل ثانية فى كل الطيف وذلك لبعض درجات الحرارة :



توزيع الطاقه فى طيف جسم أسود لدرجات حراره مختلفه . وقد تم توضيح الطول الموجى لأعلى طاقه بخط رأسى مشرط .

درجة الحرارة (°ك)	(بالأنجشتروم)	قدرة الإشعاع (وات/سم^{٢})
١٠٠٠	٢٩٠٠٠ (تحت الأحمر)	٥ر٨
٤٠٠٠	٧٢٠٠ (الأحمر)	١ر٥ × ١٠^{٣}
٧٠٠٠	٤١٢٠ (البنفسجي)	١ر٤ × ١٠^{٤}
١٠٠٠٠	٢٩٠٠ (فوق البنفسجي)	٥ر٨ × ١٠^{٤}
١٠٠٠٠٠٠	٢٩ (نطاق رونتجن)	٥ر٨ × ١٠^{١٢}

الإشعاع غير الأسود إذا ما نقص إشعاع جسم ما فى جميع مناطق الطيف بنسبة ما عن الإشعاع الأسود فإننا نتحدث فى هذه الحالة عن الإشعاع الرمادى . أى أن الجسم ذو الإشعاع الرمادى له لمعان كلى أصغر من ، ولكن نفس اللون مثل ، الجسم ذى الإشعاع الأسود الذى يتساوى معه فى درجة الحرارة . أما إذا كانت الطاقة المنبعثة مختلفة فى درجة نقصانها فى الموجات المختلفة عن الإشعاع الأسود فإن الجسم يكون عبارة عن مُشع إنتخابى .

لما كانت كل الأشعة يتم إمتصاصها فى المادة الكثيفة جدا داخل النجوم بعد مسافة قصيرة ، فإنه يمكن إعتبار داخل النجوم كأجسام سوداء . أما الطبقات الخارجية ، التى يأتينا منها الإشعاع مباشرة فهى على خلاف ذلك تشع بطريقة إنتخابية مثلما يتضح على سبيل المثال من خطوط الإمتصاص العريضة جدا . ونجد احدى حالات الإشعاع الانتخابى المتطرفة فيما ينبعث من السدم الغازية ، التى تُشع فى النطاق البصرى من الطيف فى قليل من خطوط الإنبعاث فقط .

القوس النهارى

diurnal arc
arc diurne *(sm)*
Tagbogen *(sn)*

هو القوس الدائرى الواقع فوق الأفق من مدار جرم سماوى ، والذى يصنعه هذا الجُرم أثناء الحركة اليومية الظاهرية (الشكل ، ← حركات الأجرام السماوية) .

القوة

force
force *(sf)*
Kraft *(sf)*

هى التأثير الذى يؤدى إلى تغيير كمية حركة جسم ما عندما يكون طليق الحركة . وكمية الحركة هى عبارة عن حاصل ضرب الكتلة فى السرعة . ولما كانت الكتلة فى الغالب غير متغيرة فإن كمية الحركة تتغير تبعا لتغير السرعة : ← القوة = الكتلة × العجلة .

(لا تنطبق هذه العلاقة فى حالة السرعات الكبيرة التى يمكن مقارنتها بسرعة الضوء ، حيث لا يمكن فى مثل هذه الحالة إعتبار الكتلة ثابتة ، حسب ← النظرية النسبية) . تعتبر القوى المهمة فى المجالات الفلكية هى تلك التى تأتى من جذب المادة (← الجاذبية) . ووحدة القوة هى النيوتن ، أى أن النيوتن هو القوة التى تعمل على إكساب كتلة قدرها واحد كجم عجله قدرها ١ م/ث^{٢} . ويسمى الجزء من مائة ألف من النيوتن بالداين : ١ داين = ١٠$^{-٥}$ نيوتن = ١ جم سم/ث^{٢} .

قوة الإشعاع

luminosity
luminosité *(sf)*
Leuchtkraft *(sf)*

هى الطاقة التى يشعها نجم ما فى كل ثانية وتقاس بالإرج . وبدلا من قوة الإشعاع يستخدم فى كثير من الأحيان مكافئها اللمعات البولومترى المطلق M_{bol} . والنجم الذى له M_{bol} = صفر قدر ، يشع فى الثانية الواحدة ٢ر٧٢ × ١٠^{٣٥} إرج . وعلى أساس العلاقة بين شدة الإشعاع ولمعان نجم ما (← اللمعان) فإنه هناك علاقة بين قوة الإشعاع L واللمعان البولومترى المطلق هى :

$$L = 2.72 \times 10^{35 - 0.4 M_{bol}}$$

حيث تقاس L بالإرج/ث واللمعان البولومترى بالأقدار ، وبمعونة هذه المعادلة يمكن حساب L عندما نعرف اللمعان الحقيقى البولومترى لنجم ما .

أما اللمعان الحقيقى لنجم ما فيمكن إستنتاجه من أرصاد اللمعان الظاهرى m عندما نعلم مسافة النجم r (مقاسه بالبارسك) عن الأرض من أرصاد أخرى منفصلة ، لأن : $M = m + 5 - 5 \log r$ ولابد عند تطبيق هذه المعادلة من تدارك أن الإستبعاد الحادث من مادة ما بين النجوم صغير لدرجة يمكن إهماله أو أن تأثيره على اللمعان الظاهرى معروف . وعلى ذلك فإنه ليس من السهل إستخراج اللمعان الحقيقى البولومترى ، لأن ما يدخل فى المعادلة من لمعان ظاهرى يقاس إما فى النطاق البصرى أو الفوتوغراف أو الكهروضوئى فقط . لذلك يلزم ، على سبيل المثال ، إدخال تصحيح بولومترى على اللمعان الحقيقى (← اللمعان) كى نحصل منه على اللمعان الحقيقى البولومترى .

وبدون معرفة البعد عن الأرض يمكن أيضا تحديد قوة الإشعاع لنجم ما على أساس **معيار قوة الإشعاع** من طيف ذلك النجم ، إذ أنه لنفس درجة الحرارة الفعالة فإن النجوم ذات الأقطار الكبيرة لها القوة الإشعاعية الكبيرة لأن لها سطح أكبر مشع . هذا من ناحيه ومن ناحية أخرى فإن شدة الخطوط الطيفية تتغير مع ثبات درجة الحرارة حسب قطر النجم ، إذ أنه كلما كبر القطر تقل قيمة عجلة الجاذبية ، ويتبع ذلك قلة الضغط فى غلاف النجم وزيادة درجة التأين ، الأمر الذى يؤثر على شدة بعض الخطوط الطيفية . وكمعيار لقوة الإشعاع تستخدم النسبة بين شدة خطوط طيفية محددة وحساسة لتغير الضغط ، على أن يتم معايرة هذه الطريقة على نجوم تم تحديد قوة إشعاعها بطرق أخرى . ويمكن بذلك الحصول على قوة إشعاع النجم بخطأ ± ٥ر٠ قدرا . ويمكننا فقط تطبيق هذه الطريقة على النجوم اللامعه التى يمكن تفريق طيفها بدرجة كافية . ويستخدم معيار قوة الإشعاع هذا أيضا لتحديد ← نوع قوة الاشعاع . كذلك يمكن إستنتاج قوة الإشعاع من إتساع الخط الطيفى للنجم ؛ فالخطوط الطيفية الناشئة تحت ضغط عال – وتحت نفس الظروف الطبيعية الأخرى – تكون أكثر إتساعا وأكثر خفوتا عنها فى حالة ضغط أقل (← الطيف) . ولهذا السبب فإن الخطوط أضيق فى العمالقة وفوق العمالقة من النجوم نتيجة لإنخفاض الضغط فى غلافها الجوى عن الخطوط المماثلة فى نجوم التتابع الرئيسى ، التى يسود فى جوها ضغط عال .

وهناك طريقة أخرى لتحديد قوة إشعاع نجم ما بدون معرفة بعده عن الأرض تعتمد على قياس نصف القطر R ودرجة الحرارة الفعاله T_e للنجم . ويمكن معرفة درجة الحرارة الفعاله للنجم إذا عرفنا طيفه . أما أنصاف الأقطار فيمكن تعيينها لقليل من النجوم بالدقة المطلوبة . ولهذا فإن هذه الطريقة تقتصر على هذا القليل من النجوم . وإذا ما تم تعيين نصف قطر النجم بوحدة نصف قطر الشمس ، فإننا نحصل على قوة الاشعاع بوحدة قوة إشعاع الشمس حسب العلاقة

$$L = R^2 \left(\frac{Te}{5785} \right)^4$$

حيث ٥٧٨٥°ك هى درجة الحرارة الفعالة للشمس . وكلما زاد نصف القطر وكلما إرتفعت درجة الحرارة الفعلية فإن قوة الإشعاع تزداد .

إن قوة إشعاع النجوم كل بذاته متباينة جدا . ففوق العمالقة لها أكبر قوة إشعاع وذلك بسبب كبر مساحة سطحها ؛ ويمكن أن تبلغ ٠٠٠ ١٠٠ مرة قدر قوة إشعاع الشمس البالغ $٩ر٣ \times ١٠^{٣٣}$ إرج/ث = $٩ر٣ \times ١٠^{٢٣}$ كيلووات . وأكبر قوة إشعاع معروفة لنجم حتى الآن هى للنجم HD33579 ، وهو أحد النجوم فى سحابة مجلان الكبيرة وقوة إشعاعه ٥×١٠^{٥} قدر قوة إشعاع الشمس . وأقل قوة إشعاع معروفة لنجم حتى الآن هى للنجم Wolf 1055 (=Ross 652) وهو العنصر الأخفت فى مزدوج نجومى ؛ ويبلغ قوة إشعاعه $٦ر٦ \times ١٠^{٥}$ قدر قوة إشعاع الشمس . ومن المؤكد أن هناك نجوما ذات قوة إشعاع أقل من ذلك الا أن إحتمال إكتشافها صغيرا جدا نظرا لقلة لمعانها الظاهرى .